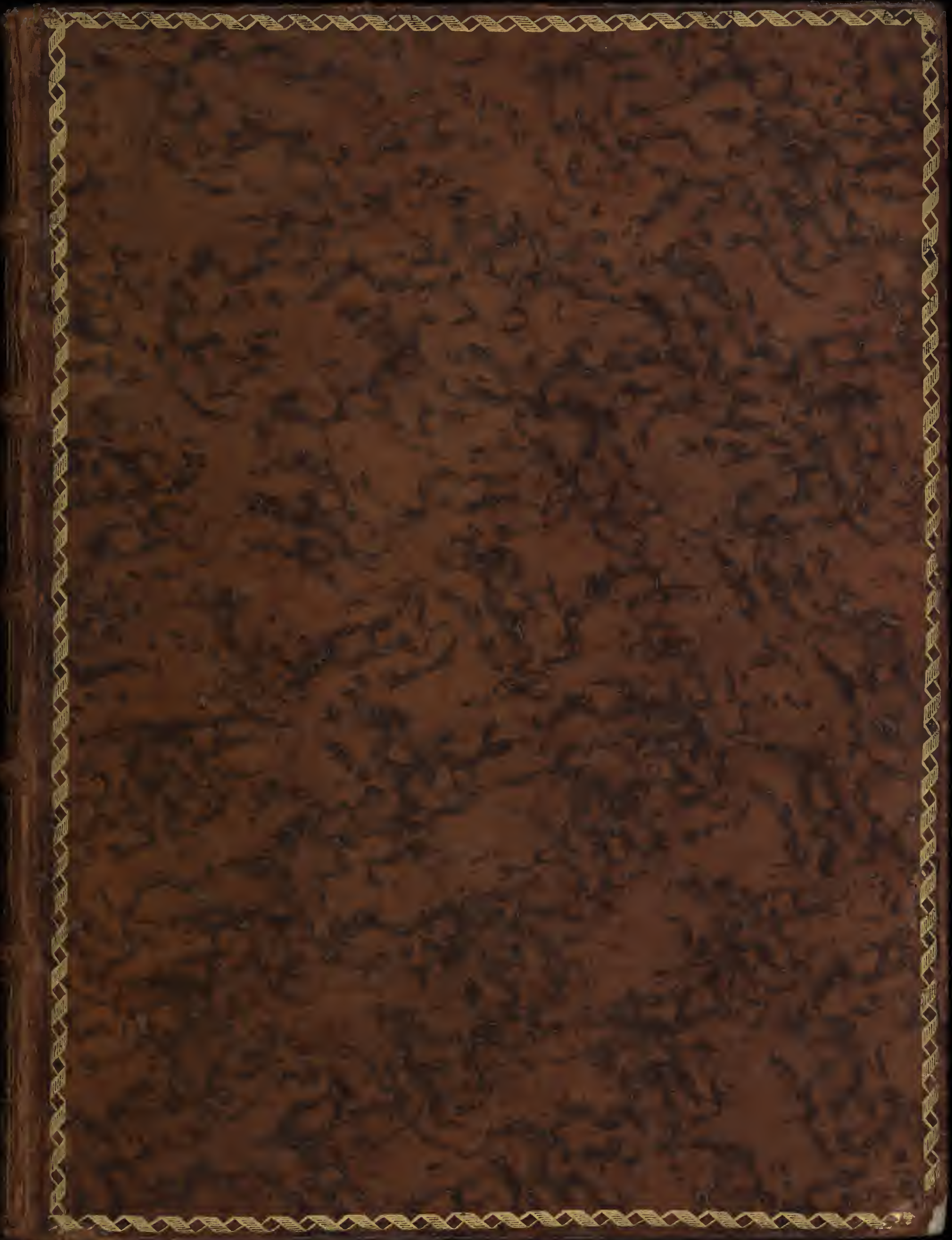


480

ESSAI
SUR
L'HORLOGERIE.

TOME PREMIER.

ESSAI
SUR
L'HORLOGERIE;

DANS LEQUEL ON TRAITE DE CET ART
RELATIVEMENT A L'USAGE CIVIL,
A L'ASTRONOMIE ET A LA NAVIGATION,
EN ÉTABLISSANT DES PRINCIPES CONFIRMÉS PAR L'EXPÉRIENCE.

Dédié aux Artiſtes & aux Amateurs.

Par M. FERDINAND BERTHOUD, *Horloger.*

TOME PREMIER.

Avec Figures en Taille-douce.

A PARIS,
Chez { J. CL. JOMBERT, Libraire, rue Dauphine, à la belle Image.
MUSIER, Libraire, quai des Auguſtins.
CH. J. PANCKOUCKE, Libraire, rue & près la Comédie Françoiſe.

M. DCC. LXIII.
Avec Approbation & Privilege du Roi.

PLAN

DE CET OUVRAGE.

LE TITRE du Livre que je publie, annonce que je ne prétends point le donner pour un Traité d'Horlogerie. J'ai toujours été fort éloigné d'y penſer, lors même que je commençai cet Eſſai; & aujourdhui que l'étude & l'expérience m'ont inſtruit, je vois combien il manque à mon Ouvrage pour remplir ce Titre. Un Traité d'Horlogerie, tel que je le conçois, exigeroit qu'un homme de génie, phyſicien, & qui joignant à une heureuſe diſpoſition de la nature pour les méchaniques, l'étude, l'expérience, la pratique de l'art, & une fortune honnête, pût ſacrifier tout ſon temps à le compoſer: & la vie d'un homme ſeroit à peine ſuffiſante, ſur-tout s'il vouloit embraſſer les détails preſque infinis de la main d'œuvre. Mais ſi je n'ai pû faire un Traité d'Horlogerie complet, je puis au moins me flatter de publier un grand nombre d'Expériences & des Principes que je ne ſache pas avoir été donnés avant moi. Ce ſont des matériaux qui ſerviront en paſſant par d'autres mains; & s'il m'eſt arrivé de me tromper, j'aurai obligation à ceux qui me prouveront, par de bons raiſonnements, la fauſſeté du principe que j'aurai établi, content de découvrir la vérité à ce prix.

C'eſt aux difficultés que j'ai été forcé de ſurmonter pour m'inſtruire de l'Art de l'Horlogerie, que l'on doit cet Eſſai, d'abord fait pour mon uſage. Je n'ai point trouvé de Livres qui m'aient preſcrit les regles que l'on doit ſuivre pour faire de bonnes machines pour la meſure du temps ; car les ouvrages que nous avons ſur l'Horlogerie , contiennent des deſcriptions de machines & fort peu de principes; enſorte que j'ai travaillé à découvrir des principes, comme ſi juſques ici il n'eût pas été queſtion de machines à meſurer le temps.

Si nous devons beaucoup aux Artiſtes célebres qui ont perfectionné la pratique de l'Horlogerie, il n'en eſt pas moins vrai que juſques ici on n'avoit établi aucuns principes fixes ſur les régulateurs des pendules des Montres: on n'avoit ni dit ni prouvé ſi les balanciers, par exemple, doivent être grands ou petits ; légers ou peſants ; faire des vibrations lentes ou promptes ; avoir une grande ou petite quantité de mouvement ; de quoi dépend la juſteſſe d'une Montre. On n'a point expliqué les cauſes de leurs différentes variations, ni comment on peut les corriger ; en un mot, on n'a point encore traité des principes de conſtruction de ces machines; enſorte qu'il eſt arrivé delà que les Ouvriers, dont l'intelligence eſt la plus bornée, ſe ſont fait des principes arbitraires & à leur mode.

Je ne crois cependant pas que tous ceux qui ont fait de bonnes machines propres à meſurer le temps, y aient abſolument été conduits par le hazard, & qu'ils n'aient eu aucunes regles; mais s'il y en a qui ayent acquis quelques lumieres, ils les ont ſi ſoigneuſement gardées par devers eux, qu'elles n'ont point été connues ; & même, à juger des principes des Artiſtes qui ont eu le plus de réputation, par le changement continuel de conſtruction, on peut aſſurer qu'ils n'avoient aucunes regles fixes, & qu'ils ne connoiſſoient nullement les loix du mouvement & celles de méchanique qui auroient dû les diriger; car ces principes ſont très-invariables. Je crois donc que l'on me ſaura quelque gré, ſi je donne aux Artiſtes un exemple qui aidera à perfectionner cet Art ; c'eſt de publier ce que l'on eſt parvenu à découvrir. De cette maniere, nos recherches ne demeureront pas enſevelies ; elles deviendront par-là utiles à ceux qui deſirent s'inſtruire ; & en applaniſſant la route, elles aideront ceux qui ont du génie à perfectionner l'Art. Il ſeroit à ſouhaiter que tous ceux qui ont acquis quelques connoiſſances juſqu'alors ignorées, aimaſſent aſſez leur état pour communiquer leurs découvertes ; mais on craint d'ordinaire de les rendre publiques, de peur que d'autres Artiſtes n'en profitent ; ce qui prouve bien le peu de génie & de reſſources de ceux qui penſent ainſi.

Quant à cet Ouvrage, il eſt le fruit d'une longue & pénible étude, & d'expériences ſuivies. Je n'ai épargné ni peines, ni ſoins, ni dépenſes pour m'inſtruire ; & je ne fais myſtere d'aucune des choſes que j'ai appriſes : j'eſpere qu'en cela il ſera autant utile aux Horlogers qu'aux Amateurs de l'Art.

Cet Ouvrage n'étant qu'un Eſſai, on ne doit pas s'attendre à y trouver un plan régulier & ſuivi méthodiquement ; cependant pour y mettre quelque ordre, je l'ai diviſé en deux Parties. La premiere comprend XXXVI Chapitres, qui donnent principalement des deſcriptions des machines ordinaires d'Horlogerie : Horloges à pendule, à ſecondes, à ſonnerie, à répétition : des Montres à répétition, à équation, à réveil, &c : dix-neuf Planches en taille-douce jointes à cette premiere Partie, repréſentent les machines dont il y eſt fait mention. La ſeconde Partie eſt diviſée en XLVII Chapitres, qui traitent particuliérement des principes & de la théorie de l'Art de la meſure du temps. On y verra grand nombre d'expériences faites pour établir ſolidement ces principes ; des machines que j'ai compoſées pour faire ces expériences, &c ; la conſtruction qu'il faut donner aux machines pour meſurer le temps, ſoit dans les Horloges aſtronomiques, ſoit dans les Montres ou Horloges marines, &c : XIX Planches gravées en taille-douce ſont relatives à la matiere traitée dans cette Partie.

PREMIERE PARTIE.

Le Chapitre I traite de la diviſion du temps, qui eſt meſuré par les révolutions du ſoleil: On fait voir que le ſoleil varie: définition du temps vrai & du temps moyen. On explique enſuite les cauſes de variation du ſoleil.

Chap. II. Pour parvenir à faire concevoir parfaitement les divers effets de cette partie d'une Horloge qui meſure le temps, j'ai ſuppoſé que n'ayant aucune notion d'une machine propre à meſurer le temps, on cherche le moyen d'en compoſer une. Pour cet effet, prenant un poids que l'on attache à une verge, on ſuſpend ce *Pendule* par un fil: les vibrations * qu'il fait, lorſqu'on l'a écarté de la verticale, ſervent à meſurer le temps; mais comme il faudroit compter tous les battements ou vibrations, on imagine un compteur placé auprès de ce pendule: une roue dentée portant une aiguille, en opere l'effet, en entourant l'axe de cette roue d'une corde à laquelle on ſuſpend un poids. Cette roue entraînée par le poids, communique avec une piece portant deux bras, qui eſt attachée au pendule; de ſorte qu'à chaque vibration du pendule, la roue avance d'une dent, y étant entraînée par le poids; & la roue reſtitue en même temps au pendule la force que la réſiſtance de l'air & de la ſuſpenſion lui font perdre à chaque vibration; c'eſt ce qui forme l'*échappement* de la machine dont le pendule eſt le régulateur, le poids le moteur ou agent, & la roue le compteur; parce que ſon axe porte une aiguille qui marque les parties du temps ſur un cercle gradué. Ces premiers effets bien conçus, on aura une idée générale de toutes les machines qui meſurent le temps; car quelles que ſoient leurs conſtructions, elles ſe rapportent à ces premiers principes. Il eſt donc eſſentiel de commencer par donner des idées bien nettes des effets de cette machine ; & c'eſt ce que j'ai eſſayé de faire. Je fais enſuite ſentir la néceſſité de rendre cette Horloge à pendule parfaitement fixe, & la difficulté d'adapter le pendule pour régulateur d'une Horloge portative : le poids éprouve les mêmes difficultés lorſqu'on veut l'employer pour moteur d'une machine portative.

---

* Pour les termes de ſciences & de l'art que l'on n'entendra pas, on peut avoir recours à la Table des matieres (placée à la fin du ſecond volume) où ces termes ſont définis & expliqués; & ceux qui ne le ſont pas dans la Table, l'ayant été dans le corps de l'Ouvrage, cette Table en indique le numéro.

Dans le Chap. III, on verra la deſcription d'une Horloge à pendule, qui eſt à ſecondes *concentriques*, & qui ſonne les heures & demies.

Le Chap. IV contient des réflexions ſur les machines que l'on emploie pour faire ſonner aux Horloges les heures, & les moyens de les ſimplifier : c'eſt ce que j'indique dans le Chap. V où je donne la deſcription d'une ſonnerie très-ſimple que j'ai compoſée & exécutée ; elle n'a que trois roues, & elle marche un an ſans remonter, avec un poids de 10 livres, dont la deſcente eſt de trois pieds.

Je donne dans le Chap. VI une notion générale de la répétition ; & j'en explique les principaux effets.

Dans le Chap. VII, je décris toutes les parties d'une Pendule à répétition.

Après avoir expliqué, le plus clairement qu'il m'a été poſſible, les parties principales des Horloges à pendule ; ſavoir, 1°, la partie qui meſure le temps ; 2°, les ſecondes ; la partie qui ſonne l'heure & la demie ; & enfin la répétition, je paſſe aux Horloges portatives qu'on appelle *Montres :* c'eſt l'objet du Chap. VIII. Pour parvenir à donner de ces ingénieuſes machines des idées bien nettes, je ſuppoſe, ainſi que je l'ai fait pour les Horloges à pendule, que l'on n'a jamais vu de Montre, & que l'on cherche les moyens d'en conſtruire une qui ne ſoit pas ſuſceptible de dérangement par les agitations qu'elle éprouve lorſqu'on la porte ſur ſoi. Pour cet effet, j'imagine que ſur un axe terminé par deux pivots, eſt attaché un anneau circulaire, également peſant dans toutes les parties de ſa circonférence; cet anneau que j'appelle *Balancier*, (ſuppoſé placé dans une cage, dans les trous de laquelle roulent les pivots de ſon axe), a la propriété de continuer le mouvement qu'on lui a imprimé, ſans que les cahotages le troublent ſenſiblement: ce balancier devient le régulateur que je choiſis pour modérer la vîteſſe des roues de la machine portative; car en attachant ſur l'axe du balancier deux bras qui communiquent à une roue entraînée par un agent qui ait la propriété d'agir, quelle que ſoit la poſition de la machine (cet agent eſt un reſſort plié en ſpiral); ces bras, dis-je, de l'axe de balancier formeront, avec cette roue, un échappement qui fera faire des vibrations au balancier: cette roue marquera les parties du temps diviſé par le balancier. Voilà en gros la marche que j'ai ſuivie dans ce Chapitre, où je définis toutes les parties eſſentielles d'une machine portative. On y obſerve que, dans les Horloges à pendule, la force motrice ne doit être que ſuffiſante pour reſtituer au pendule (d'abord mis en mouvement), celle que le frottement de l'air & de la ſuſpenſion lui font perdre; mais dans les Montres, la force motrice doit être capable de donner le mouvement au régulateur, ſans quoi la Montre pourroit être arrêtée par de certaines ſecouſſes.

Ces premieres notions des Horloges portatives, bien entendues, je paſſe à la deſcription d'une Montre ordinaire; & je détaille toutes les parties de cette machine: c'eſt l'objet du CHAP. IX.

Le CHAP. X eſt une deſcription d'une Montre à répétition.

Le CHAP. XI contient la deſcription d'une Montre à réveil.

Le CHAP. XII expoſe comment on fait marquer l'équation du temps aux Horloges.

Le temps meſuré par les Horloges eſt uniforme par ſa nature, (on l'appelle le *Temps moyen*): celui qui eſt indiqué par le ſoleil eſt variable (on l'appelle *Temps vrai*) ; cependant on ſe ſert des révolutions du ſoleil, pour meſurer le temps ; on a donc cherché les moyens de faire ſuivre aux Horloges les variations du ſoleil : c'eſt l'objet de l'*équation* que l'on ajoute à ces machines. On en explique dans ce Chapitre le méchaniſme qui conſiſte en une aiguille des minutes qui avance & retarde comme le ſoleil, tandis qu'une autre aiguille ſe meut uniformément, & marque le temps moyen. Les variations du ſoleil ont été calculées par les Aſtronomes, qui en ont dreſſé des *Tables d'équation* : on ſe ſert de ces Tables pour régler le mouvement de l'aiguille du temps vrai. Pour faire varier cette aiguille, il y a un rouage particulier qui conduit l'aiguille ; une eſpece d'ellipſe agit ſur ce rouage pour en accélérer, ou retarder le mouvement, ſelon que le ſoleil varie ; cette ellipſe eſt portée par une roue qui fait ſa révolution en un an : cette roue eſt graduée pour marquer les jours du mois & les mois de l'année. J'explique enſuite le méchaniſme que j'ai imaginé pour faire marquer les années biſſextiles à cette machine ; & pour que la même roue faſſe pendant trois ans de ſuite ſa révolution en 365 jours, & la 4^e^ année en 366 pour l'année biſſextile.

Le CHAP. XIII traite des Horloges d'équation à cercles mobiles.

L'équation décrite dans le Chapitre XII, eſt produite par la variation d'une aiguille ; ce qui exige un méchaniſme aſſez compliqué & d'une difficile exécution. Je décris dans le Chapitre (XIII) une équation beaucoup plus ſimple & infiniment préférable. Elle conſiſte uniquement dans une roue qui fait ſa révolution en un an : cette roue porte une ellipſe ſur laquelle appuie un levier portant une portion de roue dentée qui fait mouvoir un cercle mobile au centre du grand cadran ; ce cercle eſt gradué en 60 parties ou minutes : l'aiguille des minutes porte un index fixé avec elle, qui marque ſur le cadran mobile les minutes du temps vrai: ce cercle mobile va & revient ſur lui-même, y étant obligé par l'ellipſe : ſon mouvement eſt réglé ſelon les Tables d'équation. Ainſi, tandis que l'index ou aiguille du temps vrai, fixée à l'oppoſite de celle du temps moyen, ſe meut d'un mouvement uniforme, elle indique cependant un temps variable, à cauſe que le cercle gradué varie comme le ſoleil. La premiere invention de cette ſorte d'équation appartient à M. le Bon : je l'ai reconſtruite à ma maniere. Je décris dans le Chap. XIV, une Montre d'équation à ſecondes concentriques, qui marque les mois & leurs quantiemes. Le méchaniſme de l'équation eſt le même que celui décrit dans le Chapitre XIII. J'ai préſenté cette Montre à l'Académie en 1754. On verra dans le Chap. XV, la deſcription d'une Horloge à équation par deux aiguilles: elle eſt de ma compoſition. Je l'ai préſentée auſſi à l'Académie en 1752. Cette Horloge marque les mois de l'année, leurs quantiemes & les années biſſextiles : je donne des regles pour l'exécution de cette équation. Les années biſſextiles ſont produites par un méchaniſme particulier. Quoique le méchaniſme de cette équation paroiſſe ſimple, comme il eſt d'une difficile exécution, je ne conſeille pas d'en faire uſage: celui à cercle mobile eſt préférable.

Les Chap. XVI & XVII comprennent des deſcriptions de deux conſtructions d'équation imaginées par M. Rivaz. Je donne à la fin du Chapitre XVII, une notion d'une ſorte d'équation du Pere Alexandre, Auteur d'un Traité d'Horlogerie. Cette équation eſt produite par une ellipſe ou courbe qui alonge & raccourcit le pendule, pour le faire varier comme le ſoleil. Je fais ſentir les défauts de cette conſtruction.

Dans le Chap. XVIII, j'entre dans tous les détails de conſtruction des Montres à équation que j'exécute. J'y traite, 1°, de celles qui étant à répétition & à ſecondes d'un ſeul battement, vont

vont 8 jours ſans remonter, & qui marquent les mois de l'année : j'en donne un plan exact deſſiné d'après la Montre & de la même grandeur. Je donne enſuite le calibre d'une répétition à équation, à ſecondes concentriques de deux battements, qui marche 30 heures ſans remonter; ces ſortes de Montres marquent les mois de l'année & leurs quantiemes : je donne encore le calibre d'une Montre d'équation à ſecondes d'un ſeul battement, allant un mois ſans remonter, qui marque les mois de l'année : je décris enfin la maniere de faire marquer le quantieme du mois à ces ſortes de Montres.

J'entre, dans le CHAP. XIX, dans tous les détails de pratique dont je me ſers pour tailler, auſſi parfaitement qu'il eſt poſſible, les courbes d'équation d'une Montre ou d'une Pendule; enſuite de quoi je traite de l'utilité des Montres à équation.

Dans le CHAP. XX, il eſt queſtion de l'uſage des Tables d'équation que j'ai placées à la fin du premier Volume : ces Tables ſont tirées des Ephémérides des Mouvements céleſtes de M. l'Abbé de la Caille. Il y a quatre Tables qui peuvent ſervir, ſans erreur ſenſible, pour plus d'un ſiecle pour les années communes & biſſextiles. M. l'Abbé de la Caille s'eſt donné la peine de corriger & de vérifier ces Tables; & il m'a donné une Table des corrections qu'il faudra faire au bout de cent ans. J'explique dans ce Chapitre l'uſage de ces Tables pour régler les Horloges & les Montres; comme auſſi la maniere de régler une Horloge aſtronomique par les étoiles fixes.

Les CHAP. XXI, XXII, XXIII & XXIV ſont des deſcriptions des échappements à repos (pour les Pendules & pour les Montres), à ancre, à roue de rencontre, & à double levier.

Il eſt queſtion dans le CHAP. XXV, de la machine à fendre les roues de Montres & de Pendules. Comme il ne ſuffit pas de faire entendre la conſtruction des machines qui meſurent le temps, il eſt néceſſaire d'expliquer comment on parvient à exécuter ces machines. Pour cet effet, il falloit décrire les outils que les Artiſtes ont imaginés, ſoit pour abréger les opérations, ſoit pour les rendre plus parfaites; car c'eſt principalement à l'invention de ces inſtruments que l'Horlogerie eſt redevable de la perfection de la main-d'œuvre. C'eſt pour cette raiſon que nous avons fait deſſiner les inſtruments les plus eſſentiels que l'on a imaginés juſqu'à préſent; & j'y ai été d'autant plus obligé que, contre ma premiere intention, je me ſuis déterminé à entrer dans les détails de pratique des Pendules & des Montres. Pour parvenir donc à ce but, je donne dans ce Chapitre la conſtruction de la meilleure machine à fendre les roues qui ſoit à ma connoiſſance.

Je traite dans le Chap. XXVI, des propriétés de la fuſée. Je donne le plan & la deſcription de la meilleure machine à tailler les fuſées que je connoiſſe. J'indique la maniere de tailler les fuſées; & enfin comment on les égaliſe.

Dans le Chap. XXVII, on verra la deſcription de différents outils d'Horlogerie.

Je décris dans le Chap. XXVIII, un inſtrument que j'ai compoſé pour meſurer la force des reſſorts de Montre, & pour pouvoir déterminer la peſanteur des balanciers: j'y traite auſſi de l'exécution de cette eſpece de levier à égaliſer les fuſées.

Il eſt queſtion dans le Chap. XXIX de l'outil d'engrenage, de la maniere de déterminer exactement la groſſeur des pignons; j'y donne les regles dont ſe ſervent les Ouvriers pour prendre la groſſeur des pignons; c'eſt-à-dire, pour donner au pignon le diametre convenable, pour que ſon engrenage avec la roue qui le mene ſoit bon.

Je décris dans le Chap. XXX, une Montre qui ſonne les heures & les quarts; qui répete d'elle-même les heures & les quarts à chaque quart; l'on peut auſſi faire ſonner à cette Montre les ſimples quarts aux quarts quand on veut, &c; c'eſt ce qu'on appelle une Montre à trois parties. Il y a fort long-temps que l'on a imaginé ces ſortes de cadratures; mais elles étoient trop compliquées. Celle-ci, qui eſt de ma conſtruction, eſt plus ſimple; mais comme elle n'a point encore été exécutée, je ne puis décider ſi elle eſt préférable à celles dont on fait uſage, & dont on trouve la deſcription dans le Traité d'Horlogerie de M. Thiouſt.

Je traite dans le Chap. XXXI, de quelques ſoins de conſtruction qu'exige l'exécution d'une Montre. Cet objet eſt traité dans toute ſon étendue dans la ſeconde Partie de cet ouvrage.

On verra dans le Chap. XXXII, l'examen des cauſes qui font arrêter ou varier les Montres. J'entre auſſi dans quelques détails ſur la maniere de réparer les défauts d'une Montre.

J'examine dans le Chap. XXXIII, les cauſes de variation, &c, des Horloges à Pendule.

Je préſente dans le Chap. XXXIV, quelques refléxions ſur la maniere d'eſtimer les nouvelles productions des Artiſtes Horlogers.

Je donne dans le Chap. XXXV, la conſtruction des Barometres & Thermometres à aiguille.

Le Chap. XXXVI traite des opérations de la main-d'œuvre pour l'exécution des pieces d'Horlogerie.

Ce Chapitre qui eſt le dernier de la premiere Partie, occupe lui ſeul plus de la moitié du premier Volume. J'y entre dans tous les détails d'exécution d'une Horloge à répétition, priſe dans la matiere brute; & je la conduis au point d'être entiérement finie. Je ne me ſuis pas contenté de détailler toutes les opérations requiſes pour la fabrication du mouvement d'une Horloge: j'ai auſſi traité des opérations néceſſaires pour l'exécution du cadran, du reſſort moteur, &c: la diviſion que je donne ici de ce Chapitre (qui auroit dû faire une troiſieme Partie du Livre) indiquera en gros les objets qu'il comprend.

Diviſion du Chapitre XXXVI.

I. Du plan du mouvement de l'Horloge.

Il eſt queſtion dans cette premiere Diviſion de tracer le plan ou calibre du mouvement : on indique les précautions à prendre ; & l'on donne des regles pour trouver les nombres de dents des roues & des pignons du rouage.

II. De l'exécution du rouage de l'Horloge à répétition.

1°, Maniere de monter la cage. 2°, Maniere d'exécuter les roues : on explique dans cette Section, les dimenſions à donner aux roues ; la maniere de les tourner, de les fendre & de les croiſer. 3°, Maniere de monter le barillet, & faire l'encliquetage du mouvement. 4°, De l'exécution des pignons, & de la maniere d'aſſembler le rouage. 5°, Des dentures ; de la maniere de former les engrenages ſur l'outil, & de mettre les roues en cage.

III. Des diſpoſitions requiſes pour tracer le plan de la cadrature & des autres pieces de la répétition.

IV. De la main-d'œuvre de la cadrature & autres parties de la répétition.

V. De l'emboîtage du mouvement.

VI. Opérations requiſes pour exécuter un cadran d'émail.

1°, Faire la plaque du cadran. 2°, De l'émail ; maniere de le préparer pour l'employer. 3°, Préparation de la plaque du cadran avant de la charger d'émail, & comment on place l'émail, &c. 4°, Du fourneau pour paſſer le cadran au feu. 5°, De l'arrangement du charbon & de la moufle. On explique, dans cette Section, comment il faut paſſer le cadran au feu, le peindre & le finir.

VII. Ajuſter les aiguilles.

1°, Maniere de dorer les aiguilles en or moulu. 2°, Préparation de l'or. 3°. Préparation des aiguilles pour y appliquer l'or, & comment on acheve la dorure.

VIII. De l'ajuſtement du timbre & des marteaux.

IX. De l'exécution du reſſort moteur de l'Horloge.

1°, De l'acier que l'on employe pour faire les reſſorts de Pendules :

de la maniere de forger ces reſſorts. 2°, Forger le reſſort à froid. 3°, Préparation pour la trempe du reſſort ; maniere de le tremper & de le faire revenir ; de le planer & de le viſiter pour égaliſer la lame ; de le dreſſer & polir, de le bleuir, &c. 4°, Plier le reſſort en ſpiral. 5°, Faire les crochets de l'arbre & du barillet pour le reſſort. 6°, Éprouver le reſſort.

X. De l'échappement de l'Horloge.

De la maniere de l'exécuter pour le rendre iſochrone. Du régulateur. 1°, Faire la tige d'échappement qui porte l'ancre ; le coq d'échappement, & l'avance ou retard. Remarque ſur la longueur à donner à la fourchette. 2°, Fendre la roue d'échappement, en achever les dents & finir les croiſées. 3°, Tracer l'ancre pour former l'échappement. 4°, De l'exécution de l'ancre d'échappement. 5°, De l'exécution du pendule.

XI. Faire marcher en blanc le mouvement de l'Horloge, & la régler.

Examen du rapport de la peſanteur du régulateur à la force motrice : l'Horloge ainſi réglée en blanc, on en démonte le mouvement pour le polir ; & on le remonte ſelon les méthodes & précautions que j'ai indiquées.

XII. De l'exécution de l'échappement à repos, applicable à une Horloge à pendule.

Je ne me ſuis pas contenté dans ce Chapitre d'entrer dans les plus petits détails de pratique & de conſtruction, j'ai marqué toutes les dimenſions de chaque partie de la machine : c'eſt en faveur des Amateurs de l'Horlogerie que j'ai principalement écrit ce Chapitre ; il pourra encore être utile à certains Ouvriers.

Ce Chapitre eſt ſuivi de quatre Tables d'équation pour les années moyennes & biſſextiles ; d'une cinquieme Table de l'accélération des étoiles fixes ; & enfin d'une Table des Planches, qui indique le numéro du Livre, dans lequel les figures de ces Planches ſont expliquées.

SECONDE PARTIE.

POUR parvenir à établir une théorie ſur les machines qui meſurent le temps, objet de ma ſeconde Partie, je commence dans le CHAP. I, par démontrer les loix de l'équilibre dans un ſimple levier. Ce principe établi, je m'en ſers pour entendre comment les roues qui ne ſont que des compoſés de leviers, agiſſant les unes ſur les autres, ſe tranſmettent la force de l'agent qui les meut; & quelle eſt la loi de leurs révolutions. C'eſt le but du CHAP. II. J'y conſidere le même levier en action ſur un ſecond levier. On eſtime les vîteſſes qu'ils tendent à parcourir par un mouvement imprimé, &c; quelles ſont leurs forces; on fait voir qu'en traçant des cercles par les points de contact, & en imaginant pluſieurs dents ou rayons, ces cercles deviennent des roues & pignons, d'où il ſuit: 1°, que les révolutions du pignon ſont à celles de la roue, comme la longueur du levier de la roue eſt à la longueur du levier ou dent de pignon; ou, ce qui revient au même, comme la circonférence de la roue eſt à la circonférence du pignon: 2°, que pour l'équilibre, les maſſes appliquées aux roues & pignons, doivent être en raiſon inverſe des vîteſſes: 3°, on fait voir que le nombre de révolutions pour une de la roue qui le mene, étant donné, on peut faire indifféremment le pignon de 4, 8, 12, 15 dents, pourvu que le nombre des dents de la roue ſoit toujours à celui du pignon, comme le nombre des révolutions du pignon eſt à celui de la roue; alors les vîteſſes étant les mêmes, les forces communiquées ne changeront pas.

Dans le CHAP. III, je donne, d'après les principes établis dans les deux premiers Chapitres, des regles pour meſurer d'une maniere générale, les forces tranſmiſes par une roue d'un rouage quelconque à une autre roue du même rouage.

Je fais voir dans le CHAP. IV, la néceſſité de faire tranſmettre d'une maniere uniforme, la force du moteur à la derniere roue qui communique au régulateur. Cela me conduit à l'examen des conditions requiſes, pour qu'une roue qui mene un pignon le faſſe d'une maniere uniforme. C'eſt l'objet du CHAP. V, dans lequel je démontre par une nouvelle méthode les courbures des dents, des roues & pignons : je donne enſuite des regles pour tracer ces courbes.

Je préſente dans le Chap. VI, une méthode facile pour calculer des roues ou rouages quelconques, ſans employer les fractions, & pour trouver le nombres de dents que l'on doit mettre aux roues d'échappement, relativement à la longueur du pendule. J'ai vu très-ſouvent des Ouvriers embarraſſés pour ces ſortes de calculs, tout ſimples qu'ils ſont; & c'eſt en leur faveur que je donne les Chap. VI & VII : ce dernier a le même objet, mais c'eſt par les fractions.

Comme il ne ſuffit pas de pouvoir calculer les rouages qui ſont faits, il eſt eſſentiel de donner des méthodes propres à trouver facilement les nombres de dents qu'il faut donner aux roues & pignons d'un rouage que l'on veut exécuter, & dont les effets ſont donnés : c'eſt l'objet du Chap. VIII.

Le Chap. IX traite des loix du pendule ſimple : j'y donne la réſolution de deux problêmes: le premier pour trouver le nombre de vibrations qu'un pendule donné fait par heure; le ſecond, pour que le nombre de vibrations étant donné, on puiſſe trouver la longueur du pendule : j'en ai fait uſage pour calculer la Table des longueurs des pendules que j'ai placée à la fin du ſecond Volume. J'explique encore dans ce Chapitre l'uſage de cette Table.

Le Chap. X traite des propriétés du pendule ſimple.

Le pendule eſt le plus parfait régulateur que l'on ait pu juſques ici adapter à une Horloge; cependant il éprouve divers obſtacles qui dérangent l'iſochroniſme de ſes vibrations. Car, 1°, le point qui ſuſpend le pendule éprouve un frottement qui altere la vîteſſe de ſes vibrations, & par conſéquent l'iſochroniſme; 2°, la lentille eſt obligée de déplacer à chaque vibration l'air qui l'environne; ce qui produit une réſiſtance qui varie comme la peſanteur de l'air. 3°, Tous les corps ſont ſuſceptibles d'extenſion par la chaleur, & de contraction par le froid ; ainſi la verge qui ſupporte la lentille d'un pendule changeant de longueur, les vibrations de ce pendule en ſont accélérées ou retardées. 4°, Un pendule qui décrit de plus grands ou de plus petits arcs, ne fait pas ſes vibrations dans le même temps. Si donc la force qui entretient le mouvement du pendule n'eſt pas conſtante, l'Horloge où ce régulateur eſt appliqué, varie par l'inégalité de cette force. Enfin l'échappement eſt encore un obſtacle à l'iſochroniſme des vibrations du régulateur ; car on n'a pas encore pu parvenir à avoir un échappement qui eût la propriété de rendre iſochrones ſes vibrations, enſorte que l'Horloge avance ou retarde par l'augmentation de la force motrice, & ſelon la nature de l'échappement ; & quand même on parviendroit pour le moment actuel à avoir un échappement iſochrone, il ne conſerveroit une telle propriété, qu'autant de temps que ſon frottement reſteroit le même. Pour parvenir à réduire, autant qu'il eſt poſſible, ces différents obſtacles, qui s'oppoſent à l'iſochroniſme des vibrations du régulateur, je me ſuis arrêté ſur chacune de ces parties, après avoir parlé des propriétés du pendule ſimple ; propriétés qui ſont détruites dès que le pendule eſt appliqué à l'Horloge. Il a donc fallu avoir recours aux expériences pour fixer les limites de la théorie. Ces détails ſont l'objet de pluſieurs Chapitres.

CHAP. XI. De la maniere la plus avantageuſe de ſuſpendre un pendule pour lui faire conſerver long-temps le mouvement imprimé. Deſcription de la machine dont je me ſuis ſervi pour ces Expériences, & pour celles de la réſiſtance de l'air.

En partant d'après ces Expériences, j'ai trouvé la ſuſpenſion à couteau préférable à celle à reſſort. J'entre enſuite dans les détails d'exécution de cette ſuſpenſion.

Je démontre dans le CHAP. XII, que plus une lentille ſera peſante

peſante & mince, & plus la réſiſtance de l'air ſera petite.

On verra dans le Chap. XIII, le détail des expériences que j'ai faites avec un pendule libre qui ſe meut dans l'air.

J'ai fait vibrer librement un pendule ayant une lentille mince; & enſuite le même pendule avec une boule de même poids que la lentille: celle-ci a conſervé ſon mouvement plus de temps que la boule: l'expérience eſt d'accord avec le raiſonnement. Je fais voir les limites d'une lentille peſante à cauſe de l'affaiſſement qu'elle produit à la ſuſpenſion.

Je me ſers des expériences rapportées dans ce Chapitre ſur les réſiſtances de l'air, pour calculer dans les Chapitres XIV & XV la quantité de force requiſe pour entretenir le mouvement d'un pendule, ſoit qu'il décrive de grands ou petits arcs: je fais la comparaiſon des quantités de mouvements du pendule lorſqu'il décrit de grands ou de petits arcs; j'en conclus la préférence que l'on doit donner aux petits arcs, j'en tire des regles applicables à des régulateurs quelconques, & j'établis des limites pour les petits arcs. Je tire de-là cette regle générale applicable à un régulateur quelconque; c'eſt que, plus la quantité de mouvement ſera grande, relativement à la force requiſe pour en entretenir le mouvement, & plus ce régulateur ſera capable de rendre nuls les effets de l'air, des frottements, &c.

Le Chap. XVI traite des pendules qui ſont mus par l'action inégale d'un reſſort. Je fais voir comment les oſcillations du pendule libre different de celles du pendule appliqué à l'Horloge; & comment les oſcillations, dans ce dernier cas, ſont accélérées ou retardées par une force motrice, variable ſelon la nature de l'échappement: ceux à repos ſont retardés par l'augmentation de force motrice; & le contraire arrive à ceux qui ont beaucoup de recul.

Je décris dans le Chapitre XVII une machine, que j'ai conſtruite pour faire des expériences ſur les échappements; &

je rapporte pluſieurs expériences qui confirment le raiſonnement que j'ai établi ſur cette matiere dans le Chap. XVI.

J'ai exécuté un échappement qui a la propriété de rendre iſochrones les oſcillations du pendule; mais, ſelon la remarque du Chap. XVI, la courbe d'un échappement doit varier (pour avoir cette propriété), ſelon la peſanteur de la lentille, l'étendue des arcs, &c.

MM. Saurin & Julien le Roy ont traité cette matiere des échappements dans les Mémoires de l'Académie (année 1720). Enderlin (Traité d'Horlogerie de M. Thiout), en a auſſi écrit. Dans le temps que je faiſois mes expériences, je ne connoiſſois pas le travail de ces MM. auſſi nos recherches n'ont-elles autre choſe de commun que l'objet que nous nous propoſions.

Je traite dans le Chap. XVIII, de la dilatation & de la contraction des métaux par le chaud & par le froid; je fais voir les effets que cela produit dans les Horloges à pendule.

Je donne dans le Chap. XIX la deſcription d'un inſtrument que j'ai compoſé pour faire des expériences ſur la dilatation & la contraction des métaux: (cet inſtrument s'appelle *Pyrometre*).

Je rapporte dans le Chap. XX, le précis des expériences que j'ai faites pour meſurer la dilatation des métaux par un même degré de chaleur. J'y ai ajouté une Table de leur dilatation. Les métaux ſe dilatent différemment, lorſqu'ils ne ſont pas chargés de poids.

Après être parvenu à connoître les effets du chaud & du froid ſur ces métaux, j'ai pu eſtimer les écarts que la température cauſe aux Horloges à pendule: c'eſt ce qu'on verra dans le Chap. XXI. Je démontre que les écarts produits par la même différence de température ſont les mêmes dans des Horloges qui ont de longs ou de courts pendules.

Je traite dans les Chap. XXII & XXIII, de la conſtruction de pluſieurs ſortes de verges compoſées pour compenſer les effets du chaud & du froid; & je donne les calculs néceſſaires pour parvenir à déterminer les dimenſions de ces ſortes de verges, pour que la compenſation ait lieu. J'expoſe enſuite les obſtacles que la peſanteur de la lentille oppoſe à la compenſation ; & je parle enfin des moyens de les prévenir.

Après avoir fait diverſes expériences ſur le pendule, j'ai cru être en état de travailler à l'exécution d'une bonne Horloge aſtronomique. J'en ai conſtruit une dont je donne la deſcription dans le Chap. XXIV; cette Horloge va un an ſans remonter. J'ai employé, pour doubler ſa marche, un moyen aſſez ſimple, dont j'ai fait voir la conſtruction à l'Académie Royale des Sciences en 1752. Cette Horloge a une ſonnerie particuliere que j'ai imaginée pour faire ſonner les ſecondes, afin que l'Obſervateur ayant l'œil à l'inſtrument, puiſſe compter exactement l'inſtant du paſſage de l'aſtre, ſans être obligé de regarder l'Horloge. Ce méchaniſme eſt indépendant du mouvement de l'Horloge dont il ne peut troubler la marche. Pour réduire les frottements du rouage de cette Horloge autant qu'il a été poſſible, j'ai fait de fort petites roues légeres, dont les pivots ſont petits, & qui roulent ſur leurs pointes, pour éviter le frottement des portées.

Après avoir traité des parties les plus eſſentielles des Horloges à pendule, j'ai entrepris de parcourir tout ce qui peut contribuer à la juſteſſe des Horloges portatives, & à établir une théorie ſur les Montres. Pour cet effet, je commence dans le Chap. XXV, par examiner le balancier ſimple ſans ſpiral ; & je fais voir que, comme il n'a par lui-même aucune tendance à ſe mouvoir, il eſt ſuſceptible de toutes les impreſſions de l'agent qui le meut.

Je poſe dans le Chap. XXVI, pluſieurs propoſitions ſur le reſſort ſpiral; & je fais voir, qu'après avoir été adapté au balancier, malgré la tendance qu'a le ſimple ſpiral à faire des oſcillations iſochrones, lorſqu'il eſt appliqué au balancier, il ſe meut cependant avec une vîteſſe compoſée de l'inertie du balancier & de ſa force; enſorte que les grandes ou petites oſcillations du balancier ne ſont point iſochrones, &c.

Je fais voir dans le Chap. XXVII, que, de même que dans les Horloges à pendule, plus le balancier ſimple reglé par le ſpiral, qui aura été mis en mouvement, conſervera long-temps ce mouvement, & plus il aura la propriété de régulateur.

Les principes & les propoſitions que je démontre dans le Chap. XXVIII, ſervent à établir la théorie du régulateur des Montres : j'y traite du poids des balanciers, de leurs diametres, du nombre de vibrations, &c.

Je parle des frottements des pivots dans le Chap. XXIX, des effets de l'huile que l'on met à ces pivots pour en adoucir le frottement. Je fais voir que les frottements changent, ſelon la mobilité de l'huile, ſoit par le chaud, ſoit par le froid, ſoit autrement. Je prouve auſſi que la force détruite par l'action du froid ſur l'huile eſt d'autant plus grande, que la force de mouvement d'un balancier ou d'une roue eſt petite; d'où il ſuit que les montres qui vont un mois ſont plus ſuſceptibles de variation par le chaud & le froid. Je fais voir que ce n'eſt pas la quantité abſolue des frottements qui eſt le plus à craindre dans une Horloge, mais bien les frottements qui varient; enfin j'indique comment on peut parvenir à rendre les frottements conſtants.

J'établis deux propoſitions dans le Chap. XXX, qui me ſervent à rendre raiſon de tous les écarts des Montres par le chaud & par le froid; la nouvelle théorie que j'ai établie à l'aide d'une analyſe très-délicate, m'a conduit à trouver le moyen de compenſer tellement les effets du chaud & du froid ſur une Montre, que je puis réduire à zéro les écarts de ces machines. Je fais voir que les Montres doivent toute leur juſteſſe aux frottements; & que c'eſt un vice de la machine mis en oppoſition à un autre vice, qui en fait la compenſation.

Je rapporte dans le Chap. XXXI, pluſieurs expériences que j'ai faites pour vérifier les principes que j'ai établis ſur les effets du chaud & du froid ſur les Montres; j'entre dans beaucoup de détails ſur cette matiere qui eſt intéreſſante & nouvelle.

Dans le Chap. XXXII, je traite des effets des échappements à répos & à roue de rencontre pour les Montres. L'échappement à repos ne corrige nullement les inégalités de la force motrice; ſon frottement eſt très-nuiſible; la Montre varie ſelon ce frottement, qui eſt un obſtacle à la compenſation du chaud & du froid.

On verra dans le Chap. XXXIII, des principes ſur les forces de mouvement des balanciers.

Je donne dans le Chap. XXXIV, la maniere de calculer la peſanteur que doit avoir un balancier, & les arcs qu'il doit décrire, pour qu'il ſoit dans le rapport convenable avec le moteur; ou ſi le régulateur eſt donné, le moyen de trouver la force du moteur, &c.

Je traite du reſſort moteur d'une Montre dans le Chap. XXXV. Je fais voir que plus les reſſorts employent de temps à ſe débander, & plus ils perdent de leur force.

Je donne dans le Chap. XXXVI, la deſcription d'une Montre à ſecondes concentriques, qui eſt de ma façon.

Le Chap. XXXVII contient la deſcription d'une Montre à huit jours, & à deux balanciers.

L'Horloge aſtronomique décrite Chap. XXIV, n'ayant pas approché auſſi près que je le deſirois du but que je m'étois propoſé, j'ai travaillé à en conſtruire une nouvelle dans laquelle j'ai raſſemblé tout ce que l'étude & l'expérience ont pu m'apprendre juſqu'à ce jour; auſſi puis-je me flatter qu'elle eſt portée à un point de perfection très-ſupérieure à tout ce que j'ai exécuté & compoſé dans ce genre.

Cette Horloge eſt l'objet des Chap. XXXVIII & XXXIX; j'entre dans le détail de pluſieurs expériences que j'ai faites pour conduire le pendule & ſa ſuſpenſion auſſi près du but qu'il m'a été poſſible : j'y ai joint la ſonnerie des ſecondes, dont le principe eſt le même que celui de la ſonnerie de ma premiere Horloge aſtronomique ; mais elle eſt perfectionnée.

Je fais voir dans le CHAP. XL, de quelle utilité eſt l'Horlogerie pour la Marine.

Après avoir travaillé avec quelques ſuccès à la perfection des Horloges aſtronomiques & à celle des Montres, j'ai été encouragé à former le projet de faire ſervir cet art au progrès de la navigation ; projet que j'avois conçu long-temps avant d'être en état de le mettre en exécution ; car j'ai dépoſé à l'Académie Royale des Sciences dès 1755, le plan cacheté d'une Horloge de mer : il eſt reſté ainſi ſous le cachet, ne l'ayant pas fait ouvrir : j'avois fait un nouveau plan depuis fort long-temps, & j'ai commencé à le mettre en exécution dès la fin de 1760 ; & j'en ai terminé l'exécution au commencement de l'année ſuivante : mais j'y ai fait depuis pluſieurs corrections ; & après des peines infinies, je me flatte de l'avoir amené à un degré de perfection, qu'à peine pouvois-je eſpérer d'atteindre. Une pareille machine peut être d'une trop grande utilité à la navigation pour ne devoir pas être rendue publique. Et quand même elle ne rempliroit pas le but que je m'étois propoſé, elle peut du moins ſervir à fournir des idées ſur une matiere auſſi eſſentielle, & à laquelle pluſieurs Nations ont attaché des récompenſes, & ſur-tout la nation Angloiſe *. Quant à moi la récompenſe la plus agréable ſeroit d'avoir rempli mon objet, & d'être par-là utile à l'humanité. Je n'attends, pour en faire l'eſſai en mer, que des circonſtances plus favorables.

Mes travaux ſur les Horloges marines ſont l'objet de quatre Chapitres.

---

* Mon Horloge marine étoit déja exécutée, lorſque j'ai appris qu'un Horloger de Londres travailloit depuis longtemps ſur le même objet. J'ignore par quelle voie il a tenté ces recherches. Quant à moi, je n'ai ſuivi, dans tous mes travaux, qu'une impulſion naturelle. Je puis m'être rencontré avec d'autres Artiſtes ; mais je n'ai jamais cherché à copier qui que ce ſoit pour m'en attribuer l'honneur

Dans le Chap. XL, je donne, d'après M. Bouguer, une notion des longitudes & de leur utilité en mer; de l'uſage de l'Horlogerie pour découvrir les longitudes. Pour donner une notion plus étendue des moyens que l'on peut employer à la recherche des longitudes, j'ai tranſcrit dans le même Chapitre un article des Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de 1722, qui eſt l'extrait d'un écrit plus étendu de M. Caſſini.

Le Chap. XLI traite des principes que j'ai ſuivis pour la compoſition d'une Horloge marine. Ce Chapitre contient encore le plan de toute cette machine. J'entre dans tous les détails qui ont précédé l'exécution de l'Horloge: ce plan eſt auſſi dépoſé au Secretariat de l'Académie.

Cette Horloge marine eſt décrite dans le Chap. XLII.

Le Chap. XLIII contient des détails de main-d'œuvre, & des expériences faites avec l'Horloge marine.

Je propoſe dans le Chap. XLIV, la conſtruction d'une Horloge marine plus ſimple & moins coûteuſe que celle que j'ai exécutée. Je ſuis parvenu à trouver le moyen d'appliquer un poids pour moteur de cette machine. Je décris toutes les parties eſſentielles de cette Horloge; je termine ce Chapitre par la deſcription & le plan d'une troiſieme conſtruction d'Horloge marine, que je crois encore préférable à la ſeconde.

Le Chap. XLV contient quelques obſervations & des expériences relatives aux Horloges Aſtronomiques; la deſcription & les dimenſions d'un pendule compoſé que j'ai conſtruit; une méthode de prendre exactement l'heure du temps moyen par le paſſage du ſoleil au méridien.

J'ai réuni dans le Chap. XLVI, en forme d'additions, pluſieurs choſes importantes concernant la conſtruction des Montres: 1°, ſur le calcul des peſanteurs du balancier: 2°, la deſcription d'un compas propre à meſurer exactement les groſſeurs des pivots: 3°, ſur les réſiſtances des huiles, pour la compenſation du chaud & du froid ſur le ſpiral: 4°, une propoſition ſur la compenſation : 5°, les dimenſions d'une Montre à demi-ſecondes, dont l'échappement eſt à cylindre : 6°, ſur les frottements du cylindre : 7°, des remarques ſur la maniere de rendre les frottements conſtants : 8°, deſcription d'une machine à fendre toutes ſortes de roues de Montres ; ſavoir, roues plates, rochet, roues de rencontre enarbrées, & pour tailler les roues de cylindre : 9°, ſur l'exécution de l'échappement à cylindre, & ſur un outil propre à égaliſer les roues de rencontre.

Enfin, pour terminer cet Ouvrage, je traite dans le CHAPITRE XLVII & dernier, de la conſtruction & de l'exécution d'une bonne Montre à roue de rencontre ; & je fais concourir tout ce qui peut la porter à ſon plus grand point de perfection. J'entre dans tous les détails de conſtruction, & dans les plus eſſentiels de l'exécution. Après des obſervations préliminaires pour ſervir à la conſtruction de la Montre, & pour tracer le plan ou calibre de cette machine, je donne la deſcription de cette Montre, & je finis par les détails d'exécution.

On trouvera à la fin de la ſeconde Partie de mon Ouvrage, 1°, une Table des longueurs des Pendules, dont l'uſage eſt expliqué, Chap. IX ; 2°, une Table générale des Matieres qui y ſont contenues. Je donne dans cette Table la définition de quelques mots propres à l'Art, & qui ne ſe trouvent point dans le cours du Livre ; quant à ceux qui ſont définis dans le texte, je renvoye aux Articles mêmes.

J'ai cru qu'il étoit convenable de donner une Table particuliere des figures des Planches : elle ſervira à indiquer les articles du Livre, relatifs à ces figures ; de ſorte qu'en parcourant ces Planches, ſi l'on tombe ſur des machines dont on voudroit dans le moment connoître l'uſage, on pourra ſe ſatisfaire par ce moyen, parce qu'on trouvera dans cette Table le n°. du livre dans lequel il en eſt fait mention.

La poſition ſuccinte & rapide que je viens de faire de mon Ouvrage

Ouvrage, ne m'a pas permis d'entrer dans de plus grands détails ſur tout ce qui y eſt contenu : j'invite le Lecteur à le parcourir avec attention avant d'en porter un jugement. J'ai fait tous mes efforts pour rendre mon Livre utile à cette partie des Arts. Il me reſte à dire deux mots ſur laforme que j'ai donnée à ce Livre, & ſur la maniere dont il eſt écrit.

On trouvera ſans doute beaucoup de négligences, des longueurs, des repétitions, un ſtyle fort inégal; ce qui ne peut manquer d'arriver à un Ouvrage continuellement interrompu par le travail & la diſtraction des affaires domeſtiques. Mais ſi d'ailleurs il a quelque merite, j'eſpere que l'on excuſera ces défauts. On doit ſur-tout obſerver qu'un Artiſte doit avoir peu de temps à donner au travail du cabinet. Il ſuffit, me ſemble, qu'un Artiſte qui écrit puiſſe être entendu de ſon Lecteur. Je me ſuis perſuadé qu'il valoit encore mieux publier mon Livre, quoiqu'avec des défauts, que de le tenir renfermé pour mon ſeul uſage. Si quelques Mathématiciens trouvent que j'aurois pu ſupprimer beaucoup de détails, ils doivent faire attention que cet Ouvrage n'eſt pas fait pour ceux qui ſavent; mais qu'il eſt uniquement deſtiné aux Artiſtes, aux Ouvriers & aux Amateurs: je ſais ce qui manque à ceux-ci, & de quelle néceſſité il eſt de les conduire par gradation dans le chemin de la perfection.

On trouvera peut-être auſſi, que pluſieurs des Planches de ce Livre ſont trop étroites pour le format que j'ai employé; mais lorſque j'ai commencé à les faire graver, mon deſſein n'étoit que de faire un volume *in*-8°, dans lequel je me reſtreignois à donner les premieres notions des machines d'Horlogerie: je réſervois les matériaux que j'avois raſſemblés, pour faire un Livre qui devoit traiter des principes; mais j'ai préféré de réunir le tout dans un ſeul ouvrage. J'eſpere qu'on paſſera ſur ce léger défaut des Planches, en faveur des ſoins que j'ai employés pour les faire-deſſiner (*a*) & graver (*b*).

Cet Ouvrage doit beaucoup au célebre Aſtronome que nous venons de perdre. M. l'Abbé de la Caille a lu mon Manuſcrit. Il y a fait lui-même pluſieurs corrections, & m'en a indiqué beaucoup d'autres: je n'ai pas pu en marquer toute ma reconnoiſſance à cet homme reſpectable. Il obligeoit, ſans vouloir qu'on s'en apperçût: la mort qui l'a enlevé trop tôt pour le bien de la ſociété, ne me laiſſe que des regrets.

Je n'ai pas traité dans cet Ouvrage de la maniere de gouverner les Pendules & les Montres ordinaires; parce que j'ai publié en 1759, un petit Livre ſur cette matiere. Il a pour titre: *l'Art de conduire & de régler les Pendules & les Montres, à l'uſage de ceux qui n'ont aucune connoiſſance d'Horlogerie.* Nous renvoyons à ce Livre (*c*), qui a été contrefait en Hollande.

(*a*) Tous les deſſeins de ce Livre ont été faits par M. Gouſſier, un des Auteurs de l'Encyclopédie: cet Artiſte ne poſſede pas ſeulement le talent du Deſſein, il joint encore beaucoup de connoiſſances de Mathématiques, de Phyſique & des Arts, & une intelligence particuliere des Machines, Manufactures, &c. Il enſeigne auſſi les Mathématiques: je conſeille à ceux qui voudront s'inſtruire de ces différentes parties, de faire uſage des talents de cet habile homme.

(*b*) M. Choffard, qui a gravé les Planches de ce Livre, ne borne pas ſes talents à graver des machines, il excelle ſur-tout dans la partie de l'Architecture, de l'Ornement, &c.

(*c*) Ce petit Ouvrage eſt diviſé en XV Articles. On définit dans le premier ce qui concerne la meſure du temps; comment il eſt diviſé: on explique ce que c'eſt que le temps vrai & le temps moyen. Le ſecond contient l'explication du méchaniſme d'une Horloge à pendule, comment & par quels principes ces machines meſurent le temps. On explique dans le troiſieme Article le méchaniſme d'une Montre. On traite dans le IV Art. des cauſes de la juſteſſe des Pendules; du temps que ces machines meſurent; du degré de juſteſſe qu'on en peut eſperer. L'Art. V traite des cauſes de variations des Montres; du degré de juſteſſe qu'on peut attendre de ces machines. On fait voir dans le VI Art. comment une Montre, qui n'eſt pas réglée, differe de celle qui varie. On fait connoître dans l'Art. VII, comment on peut vérifier la juſteſſe d'une Montre. On verra dans l'Art. VIII, qu'il eſt néceſſaire que chaque perſonne conduiſe ſa Montre, qu'il la regle, & la remette à l'heure tous les huit jours. On traite Art. IX, de l'uſage du ſpiral; comment on doit toucher à l'aiguille de roſette d'une Montre pour la régler. L'Art. X contient la maniere de régler les Pendules. L'Art. XI, comment il faut régler les Pendules & les Montres par le paſſage du Soleil au Méridien. L'Art. XII donne la maniere de tracer des lignes méridiennes propres à régler les Pendules & les Montres. L'Art. XIII fait connoître comment on peut acquérir de bonnes Pendules & Montres. On traite dans l'Art. XIV, des moyens de conſerver les Montres. Le dernier Article contient le précis des régles qu'il faut ſuivre pour conduire & regler les Pendules & les Montres. Ce Livre ſe vend à Paris, chez MICHEL LAMBERT, *Libraire, à côté de la Comédie Françoiſe*, chez J. Cl. JOMBERT, *rue Dauphine, à la belle Image*, chez MUSIER, *fils*, *quai des Auguſtins*, & chez L'AUTEUR, *rue de Harlay.*

DISCOURS PRÉLIMINAIRE
SUR L'HORLOGERIE,

SON origine, ſes progrès, ſon état actuel, les talents requis, & les connoiſſances qu'il faut réunir pour poſſéder cette Science.

L'ART de meſurer le temps a dû faire l'objet des recherches des hommes dans les ſiecles les plus reculés, puiſque cette connoiſſance eſt d'une ſi grande néceſſité pour régler les actions de la vie.

Cependant il ne paroît pas que les Anciens ayent eu aucune connoiſſance de l'Horlogerie, à moins que l'on ne veuille appeller de ce nom l'art de tracer les Cadrans ſolaires, de faire des *Clepſydres* ou Horloges d'eau, des Sabliers, &c.

Il eſt vraiſemblable que les premiers moyens que l'on a mis en uſage pour meſurer le temps, ont été les revolutions journalieres du ſoleil: ainſi le temps qui s'écoule depuis le lever du ſoleil juſqu'à ſon coucher, fit une meſure qui fut appellée un *jour;* & le temps compris depuis le coucher du ſoleil juſqu'à ſon lever, fit la *nuit.* On dut bien-tôt s'appercevoir qu'une telle meſure étoit défectueuſe, puiſque les jours ainſi partagés ſe trouvoient plus longs en été qu'en hyver. Il paroît (*a*) que l'on s'eſt ſervi enſuite pour cette meſure, du temps qui s'écoule depuis le point de la plus grande élévation du ſoleil au-deſſus de l'horizon (point du midi) juſqu'au retour de cet aſtre au même point. Mais comme les beſoins des hommes augmenterent à meſure qu'ils devinrent plus inſtruits, cela les obligea à chercher des diviſions du temps qui fuſſent plus petites. Ils diviſerent (*b*) donc le temps qui s'écoule entre deux midis, c'eſt-à-dire, une revolution du ſoleil, en 24 parties ou heures. Delà l'origine des Cadrans ſolaires,

---

(*a*) Les Babyloniens ont compté d'un lever du ſoleil à l'autre; les Juifs & les Romains, &c, d'un coucher à l'autre.

(*b*) Les Romains avoient partagé la nuit en quatre parties égales appellées *veilles*; & le jour en 12 heures, &c.

dont les heures ſont marquées par le paſſage de l'ombre du ſoleil ſur des lignes. Voilà en gros l'origine de la meſure du temps par le mouvement du ſoleil. On voit que cette maniere étoit ſujette à bien des difficultés : on ne pouvoit ſavoir l'heure pendant la nuit, ni lorſque le ſoleil étoit caché par des nuages. C'eſt ce qui a donné lieu à l'invention des Clepſydres ou Horloges d'eau, &c.

Cette derniere maniere de meſurer le temps, toute imparfaite qu'elle étoit, a ſervi aux hommes juſqu'à la fin du dixieme ſiecle, qui eſt l'époque de l'invention des Horloges, dont le mouvement eſt communiqué par des roues dentées, la vîteſſe réglée par un balancier, l'impulſion donnée aux roues par un poids, & le temps indiqué ſur un cadran diviſé en 12 parties égales, par une aiguille portée par l'axe d'une roue. Cette aiguille fait un tour en 12 heures ; & deux tours depuis le midi d'un jour juſqu'au midi ſuivant.

Lorſque l'on fut ainſi parvenu à avoir de pareilles Horloges, dont les premieres conſtruites furent placées aux clochers des Egliſes, des Ouvriers adroits & intelligents enchérirent ſur cette découverte, en y ajoutant un rouage, dont l'office eſt de faire frapper avec un marteau ſur un timbre les heures indiquées ſur le cadran ; de ſorte que par le moyen de cette addition, on pouvoit ſavoir les heures de la nuit ſans le ſecours de la lumiere, ce qui devint d'une grande utilité, principalement pour les Monaſteres ; car il falloit, qu'avant l'invention des Horloges, les Religieux prépoſaſſent des gens pour obſerver les étoiles (*) pendant la nuit, afin d'être avertis des heures de leurs offices ; ce qui étoit très-incommode pour eux : auſſi atttribue-t-on l'invention des Horloges à roues, à Gerbert, Moine de Fleury, qui fut enſuite Archevêque de Reims, puis de Ravenne, & enfin Pape, ſous le nom de Silveſtre II. On s'eſt ſervi juſqu'en 1650 de cette invention : (Voyez l'Hiſtoire de France de M. le Préſident Hénault, *Tome I. page* 126).

Quand on fut parvenu à avoir des Horloges de gros volume, on en conſtruiſit de plus petites pour l'uſage des appartements. Enfin d'habiles Ouvriers imaginerent de faire des Horloges portatives, auxquelles on a donné le nom de *Montres*. C'eſt à ce temps que remonte l'origine du reſſort ſpiral, dont l'action entretient le mouvement de la machine ; & qui tient lieu du poids dont on ſe ſert pour les Horloges ; car le poids ne peut être appliqué à une machine portative, continuellement expoſée à des mouvements en différents ſens, qui troubleroient & en empêcheroient l'action. On fit auſſi des Montres à ſonnerie. C'eſt proprement à ces dernieres découvertes que commence l'Art de l'Horlogerie.

(*) Voyez le Traité des Horloges du P. Alexandre, page 15.

La juſteſſe à laquelle on parvint pour meſurer le temps, en ſe ſervant des Horloges & des Montres, étoit infiniment au-deſſus de la juſteſſe des Sabliers & Horloges d'eau; auſſi faut-il avouer que c'eſt une des belles découvertes de ces temps-là. Mais elle n'étoit rien en comparaiſon de la perfection que l'Horlogerie acquit en 1657. Huighens, Mathématicien célebre, créa de nouveau cet Art, par les belles découvertes dont il l'enrichit; je veux dire, par l'application qu'il fit du *Pendule* aux Horloges pour en régler le mouvement; & quelques années après il adapta aux balanciers des Montres, un reſſort ſpiral qui produiſoit ſur le balancier le même effet que la peſanteur ſur le *pendule*. La juſteſſe de ces machines devint dès-lors ſi grande par ces deux additions, qu'elle ſurpaſſe autant celle des anciennes Horloges, que celles-ci étoient au-deſſus des clepſidres & horloges d'eau.

Huighens, après avoir appliqué le pendule aux Horloges, s'apperçut que les vibrations par les grands arcs du pendule, étoient d'une plus grande durée que les vibrations par les petits arcs; & que par conſéquent l'action du poids ſur le pendule venant à diminuer lorſque les frottements des roues ſeroient augmentés & les huiles épaiſſies, il arriveroit néceſſairement que l'Horloge avanceroit. Pour vaincre cette difficulté, il chercha les moyens de rendre les oſcillations du pendule *iſochrones*, c'eſt-à-dire égales, quelle que fût l'étendue des arcs.

Pour cet effet il s'appliqua à rechercher une courbe dont la propriété réparât ce défaut: il parvint à en découvrir une qui rempliſſoit cet objet: c'eſt celle qu'on appelle la *Cycloïde*, qui eſt telle, que ſi on laiſſe tomber un corps de différentes hauteurs, la deſcente du corps ſur cette courbe ſe fait toujours dans le même temps. En conſequence, il appliqua à l'endroit où le fil qui ſuſpend le pendule eſt attaché, deux lames pliées en cycloïdes, entre leſquelles le fil paſſoit; enſorte qu'à meſure que le pendule décrivoit de plus grands arcs, & qu'il auroit dû faire l'oſcillation en un plus grand temps, à meſure auſſi le pendule s'accourciſſoit, & ſon mouvement devenoit plus accéléré, & tellement que, ſoit que le pendule décrivît de plus grands ou plus petits arcs, le temps des oſcillations étoit toujours le même.

Le pendule circulaire que l'on appelle *à Pirouette*, eſt encore de l'invention du même Auteur. Ce pendule, au lieu de faire ſes oſcillations, dans un même plan, décrit au contraire un cône dont la baſe eſt horizontale: il tourne toujours du même côté, y étant obligé par l'action des roues. Ce pendule eſt compoſé de maniere qu'il peut parcourir de plus grands ou de plus petits arcs, ſelon que la force motrice agit plus ou moins; enſorte que les cônes que ce pendule trace dans l'air, ont des baſes plus grandes ou plus petites, ſelon l'inégalité de la force motrice. Mais, quoique ce pendule décrive ainſi des cônes inégaux, cela ne change point le temps des révolutions du pendule; car ſoit que la force motrice ſoit foible, & que la force centrifuge du pendule lui faſſe décrire un petit cône; ou ſoit que la force motrice venant à augmenter, la force centrifuge du pendule lui faſſe alors parcourir un plus grand cercle, le temps des révolutions eſt toujours le même, ce qui dépend de la propriété d'une certaine courbe ſur laquelle s'applique le fil qui porte le pendule. Cet *iſochroniſme* des révolutions du pendule circulaire eſt fondé ſur une théorie qui m'a toujours parue admirable, ainſi que celle de la cycloïde; & quoique l'on ne faſſe plus uſage de l'une ni de l'autre méthode, on ne doit pas moins eſſayer d'en ſuivre l'eſprit dans la compoſition des machines qui meſurent le temps; toute leur juſteſſe ne pouvant être fondée que ſur l'iſochroniſme des vibrations d'un régulateur quel qu'il ſoit.

Ces inventions furent conteſtées à Huighens, comme il le dit lui-même au commencement de ſon livre intitulé: *de Horologio oſcillatorio.* Je rapporterai ſes propres paroles.

» Perſonne ne peut nier qu'il y a ſeize ans on n'avoit, ſoit par
» écrit, ſoit par tradition, aucune connoiſſance de l'application du
» *pendule* aux Horloges, encore moins de la cycloïde dont je ne
» ſache pas que perſonne me conteſte l'addition. Or il y a ſeize ans
» actuellement (en 1658) que j'ai publié un Ouvrage ſur cette matiere,
» dont la date de l'impreſſion differe de ſept années celle
» des écrits où cette invention eſt attribuée à d'autres. Quant à ceux
» qui cherchent à en atribuer l'honneur à Galilée, les uns diſent
» qu'il paroît que ce grand homme avoit tourné ſes recherches de ce
» côté; mais il font plus, ce me ſemble, pour moi que pour lui, en
» avouant tacitement qu'il a eu dans ces recherches moins de ſuccès
» que moi; d'autres vont plus loin, & prétendent que Galilée ou
» ſon fils, a effectivement appliqué ce pendule aux Horloges. Mais
» quelle vraiſemblance y a-t-il qu'une découverte auſſi utile, non
» ſeulement n'eût point été publiée dans le temps même où elle a été
» faite, mais encore qu'on eût attendu pour la revendiquer huit ans
» après la publication de mon Ouvrage. Dira-t-on que Galilée pouvoit
» avoir quelque raiſon particuliere pour garder le ſilence pendant
» quelque temps. Dans ce cas, il n'eſt point de découverte qu'on
» ne puiſſe conteſter à ſon Auteur. . . . »

L'application de la cycloïde aux Horloges, toute admirable qu'elle eſt dans la théorie, n'a pas eu le ſuccès que M. Huighens s'en étoit promis : la difficulté de tracer exactement une telle courbe a dû y contribuer. Mais la principale cauſe dépend de ce qu'elle exigeoit que le pendule fût ſuſpendu par un fil flexible ; or ce fil étoit ſuſceptible des effets de l'humidité & de la ſéchereſſe ; & d'ailleurs il ne pouvoit ſupporter qu'une lentille légere, qui en parcourant de grands arcs, éprouvoit une grande réſiſtance de l'air, les ſurfaces étant d'autant plus grandes que les corps ſont plus petits. Or par ces raiſons, cette lentille devenoit ſujette à cauſer des variations à l'Horloge, & d'autant plus, que la force motrice qui entretient le mouvement de la machine devenoit plus grande, & produiſoit de grands frottements. Dailleurs toute la théorie de la cycloïde portoit ſur les oſcillations du pendule libre ; c'eſt-à-dire, qui pût faire ſes oſcillations indépendamment de l'action réitérée d'un rouage : or un tel pendule ne peut ſervir que pendant quelques heures à meſurer le temps ; & lorſqu'il eſt appliqué à l'Horloge, ſes oſcillations ſont troublées par la preſſion de l'échappement qui en entretient le mouvement & ſelon la nature de l'échappement ; c'eſt-à-dire, que ſelon que l'échappement eſt à repos ou à recul, les oſcillations ſe font plus vîte ou plus lentement, comme nous le ferons voir. Mais quoique l'on ait abandonné l'uſage de la cycloïde, la théorie que M. Huighens avoit établie n'en eſt pas moins admirable ; & nous lui devons la perfection actuelle de nos Horloges à pendule, puiſque c'eſt de cette théorie que nous avons appris que les petits arcs de cercle ne different pas ſenſiblement des petites portions de cycloïde ; enſorte qu'en faiſant décrire au pendule de petits arcs, les oſcillations en ſeroient iſochrones, quoique les arcs décrits par le pendule vinſſent à augmenter ou à diminuer par le changement de la force motrice.

Le Docteur *Hook* fut le premier en Angleterre, ſelon *Derham*, qui fit uſage des petits arcs ; ce qui donna la facilité de faire en même temps uſage des lentilles peſantes.

Le ſieur *Clement*, Horloger de Londres, fit dans le même temps des Horloges à pendule qui décrivoient des petits arcs avec des lentilles peſantes. Ce principe a été ſuivi depuis ce temps par tous les Horlogers qui ſe ſont appliqués à faire de bonnes machines. M. *le Bon* à Paris, a été un des premiers qui en ait fait uſage ; il fit même des lentilles de 50 à 60 livres peſant : c'eſt le même ſyſtême qu'a ſuivi de nos jours M. *de Rivaz*.

On peut juger de la perfection où l'on a porté la conſtruction & l'exécution des Horloges aſtronomiques, par l'état où elles étoient, lorſque Huighens les imagina. Les premieres Horloges à pendule qui furent faites ſur ces principes, alloient 30 heures, avec un poids de 6 livres, dont la deſcente étoit de 5 pieds ; & l'on en fait aujourd'hui qui vont un an, avec un poids qui peſe 2 livres, dont la deſcente eſt de 5 pieds.

Au reſte, la perfection que l'Horlogerie a acquiſe depuis cent ans, n'a rien changé aux principes fondamentaux de ces machines; car le le pendule eſt encore le meilleur régulateur des Horloges, qu'on nomme auſſi *Pendules;* & le balancier gouverné par le ſpiral, eſt le meilleur régulateur des Montres.

Juſqu'à Huighens, l'Horlogerie pouvoit être conſidérée comme un Art méchanique, qui n'exigeoit que la main-d'œuvre; mais l'application qu'il fit de la Géométrie & de la Méchanique pour ſes découvertes, ont fait de cet Art une ſcience où la main-d'œuvre n'eſt plus que l'acceſſoire, & dont la partie principale eſt la théorie du mouvement des corps, qui comprend ce que la Géométrie, le Calcul, la Méchanique & la Phyſique ont de plus ſublime.

La grande préciſion avec laquelle les Horloges à pendule diviſent le temps, a facilité, & a donné lieu à d'excellentes obſervations; & c'eſt ce qui a engagé à appliquer aux machines qui meſurent le temps les diviſions dont ſe ſervent les Aſtronomes dans leurs calculs. Par-là on a été en état d'aſſigner exactement & très-diſtinctement les plus petites parties du temps; c'eſt-à-dire, les minutes & les ſecondes. Ainſi la revolution journaliere du ſoleil, d'abord diviſée en 24 parties, l'eſt maintenant en 86400 ſecondes, que l'on peut compter avec facilité: ce fut donc ſeulement après l'invention du pendule que l'on parvint à faire de bonnes Horloges qui marquerent les minutes & les ſecondes. Pour cet effet, on diſpoſa ces machines de maniere que, tandis que la roue qui porte l'aiguille des heures fait un tour, une autre roue fait un tour par heure; celle-ci porte une aiguille qui marque les minutes ſur un cercle de cadran, diviſé en 60 parties égales, dont chacune répond à une minute; & les 60 diviſions à une heure. Enfin pour faire marquer les ſecondes, on diſpoſa la machine de maniere qu'une de ſes roues pût faire un tour en une minute: l'axe de cette roue porte une aiguille qui marque les ſecondes ſur un cercle diviſé en 60 parties, dont chacune répond à une ſeconde, & les 60 à une minute. On ajouta de la même maniere ces ſortes de diviſions aux Montres.

Dès la premiere invention des Horloges à roues dentées, les Artiſtes Horlogers imaginerent à l'envi différents méchaniſmes: tels ſont les Horloges à reveil; celles qui marquent les quantiemes du mois, les jours de la ſemaine, les années, les quantiemes & phaſes de la lune, le coucher du ſoleil, les années biſſextiles, &c. Mais parmi toutes les additions que l'on a faites aux Horloges & aux Montres, il il y en a entr'autres deux qui ſont très-ingénieuſes & très-utiles : la premiere eſt la *Répétition* ; cette machine, ſoit pour Montre, ſoit pour Pendule, au moyen de laquelle on peut ſavoir à chaque inſtant du jour ou de la nuit les heures & les quarts : la ſeconde eſt l'invention des Horloges & des Montres à *Equation*. Pour connoître le mérite de ces ſortes d'ouvrages, il faut ſavoir que les Aſtronomes ont découvert, après bien des obſervations, que les révolutions journalieres du ſoleil, ne ſe font pas tous les jours dans le même temps ; c'eſt-à-dire, que le temps, compris depuis le midi d'un jour au midi ſuivant, n'eſt pas toujours le même ; mais qu'il eſt plus grand dans certains jours de l'année, & plus court en d'autres. Or le temps meſuré par les Horloges étant uniforme, il arrive que ces machines ne peuvent ſuivre naturellement les écarts du ſoleil. On a donc imaginé un méchaniſme qui eſt tel, que tandis que l'aiguille des minutes de l'Horloge tourne d'un mouvement uniforme, une ſeconde aiguille des minutes ſuit les variations du ſoleil. Enfin les plus belles machines que l'Horlogerie ait produites juſqu'ici, ſont les *Spheres mouvantes* & les *Planiſpheres*.

On appelle *Sphere mouvante* une machine tellement diſpoſée, qu'elle indique & imite à chaque moment la ſituation des planetes dans le ciel, le lieu du ſoleil, le mouvement de la lune, les éclipſes, en un mot qu'elle repréſente en petit le ſyſtême de l'Univers. Ainſi, ſelon le dernier ſyſtême reçu par les Aſtronomes, on place le ſoleil au centre de cette machine, qui repréſente la ſphere du monde : autour du ſoleil tourne *Mercure ;* enſuite ſur un plus grand cercle on voit *Venus ;* puis la terre avec la *Lune ;* après elle *Mars ;* enſuite *Jupiter* avec ſes quatre ſatellites ; & enfin *Saturne* avec ſes cinq ſatellites ou petites lunes. Chaque planete eſt portée par un cercle concentrique au ſoleil : ces différents cercles ſont mis en mouvement par les roues d'une Horloge, & ces roues ſont cachées dans l'intérieur de la machine. Chaque planete y emploie, & imite parfaitement le temps de la révolution que les Aſtronomes ont déterminé : en conſéquence de quoi Mercure tourne autour du ſoleil en 88 jours ; Venus en 224 jours 7 heures ; la terre en 365 jours 5 heures 49 minutes, & environ 12 ſecondes ; la lune fait ſa révolution autour de la terre en 29 jours 12^{h} 44 minutes 3 ſecondes ; Mars en un an 321 jours 18 heures ; Jupiter en onze ans 316 jours ; & Saturne en 29 ans 155 jours 13 heures.

La ſphere mouvante n'eſt pas une invention moderne, puiſque *Archimede* qui vivoit il y a deux mille ans, & *Poſſidonius* qui vivoit du temps de Ciceron, en avoient compoſé & conſtruit qui imitoient les mouvements des aſtres. On a fait dans ces derniers temps pluſieurs ſpheres mouvantes : la plus parfaite dont on ait connoiſſance, eſt celle qui a été placée à Verſailles depuis quelques années : elle a été calculée par M. *Paſſement*, & exécutée ſous ſa direction par M. *Dauthiau*, Horloger.

On a auſſi composé des Horloges qui marquent & qui indiquent le mouvement des planetes, comme le fait la ſphere ; mais avec cette différence que dans les machines qu'on nomme *Planiſpheres*, les révolutions des planetes ſont marquées ſur un même plan, par des ouvertures faites au cadran, ſous leſquelles tournent les roues qui repréſentent les mouvements céleſtes.

On a encore enrichi l'Horlogerie d'un grand nombre d'inventions qu'il ſeroit trop long de rapporter ici : on peut conſulter quelques Ouvrages ſur l'Horlogerie, qui ont été mis au jour ; par exemple, le Traité de M. *Thiout;* celui du Pere *Alexandre*, le livre de M. *le Paute*, & le Recueil des Machines préſentées à l'Académie Royale des Sciences : on trouvera ſur-tout, dans le livre de M. *Thiout*, un grand nombre de machines très-ingénieuſement imaginées pour parvenir à exécuter aiſément toutes les parties qui compoſent la main-d'œuvre ; il y a outre cela toutes ſortes de pieces : cet ouvrage eſt proprement un recueil de machines ſervant à l'Horlogerie. Quant à la partie hiſtorique de l'Horlogerie, il faut conſuler le Traité du P. *Alexandre*, le livre de *Derham*, &c.

On voit, par ce que nous avons dit juſqu'a préſent, une partie des objets que l'Horlogerie embraſſe : on peut juger par leur étendue, combien il faut réunir de connoiſſances pour poſſéder cette ſcience.

L'Horlogerie étant la ſcience de la meſure du temps, cet Art exige que ceux qui veulent le poſſéder connoiſſent les loix du mouvement des corps ; qu'ils ſoient bons Géometres, Mathématiciens, Phyſiciens ; qu'ils ſachent le calcul, & qu'ils ſoient nés, non-ſeulement avec le génie propre à ſaiſir l'eſprit des principes, mais encore qu'ils ſoient pourvus du talent d'en faire une juſte application.

Je n'entends donc pas ici par l'Horlogerie, ainſi qu'on le fait communément, le métier d'exécuter machinalement des Montres & des Pendules par une imitation ſervile, & ſans ſavoir ſur quoi ce méchaniſme eſt fondé ; ce ſont les fonctions du Manœuvre : mais j'entends que c'eſt l'art de diſpoſer une machine d'après des principes, d'après les loix du mouvement, en employant les moyens les plus ſimples & les plus ſolides ; & c'eſt-là l'ouvrage de l'homme de génie. Lors donc que l'on voudra former un Artiſte Horloger qui puiſſe devenir célebre, il faut premiérement ſonder ſa diſpoſition naturelle, & lui apprendre enſuite les méchaniques, &c. Nous allons entrer dans le détail de ce qui nous paroît lui devoir ſervir de guide.

Dabord on lui fera voir quelques machines dont on lui expliquera les effets : comment, par exemple, on meſure le temps ; comment les roues agiſſent les unes ſur les autres ; comment on multiplie les nombres de leurs révolutions. D'après ces premieres notions, on lui fera ſentir la néceſſité de ſavoir le calcul, pour pouvoir trouver les révolutions de chaque roue ; d'être Géometre, pour déterminer les courbures des dents ; Méchanicien, pour trouver les forces qu'il faut appliquer à la machine pour la faire mouvoir ; enfin Artiſte, pour mettre en exécution les principes & les regles que ces ſciences preſcrivent. D'après cela, on lui fera étudier les machines & les ſciences qui y ont rapport, & qu'il devra connoître ; ayant attention de ne faire entrer dans ces connoiſſances, la main-d'œuvre, que comme l'acceſſoire.

Quand il ſera queſtion des régulateurs des Pendules & des Montres, il faudra lui en expliquer en gros les propriétés générales ; comment on peut parvenir à les conſtruire tels qu'ils puiſſent donner la plus grande juſteſſe ; de quoi cela dépend ; de la néceſſité de connoître comment les fluides réſiſtent aux corps en mouvement ; de l'obſtacle qu'ils oppoſent à la juſteſſe ; comment on peut rendre cette juſteſſe la plus grande poſſible ; de l'étude ſur les frottements de l'air ; comment on peut rendre cette réſiſtance la moindre poſſible ; du frottement qui réſulte du mouvement des corps qui ſe meuvent les uns ſur les autres ; quel effet il en réſulte pour les machines ; de la maniere de réduire ces frottements à la moindre quantité poſſible : on lui fera remarquer les différentes propriétés des métaux ; les effets de la chaleur ; comment elle tend à les dilater, & le froid à les condenſer ; de l'obſtacle qui en réſulte pour la juſteſſe des machines qui meſurent le temps ; des moyens de prévenir les écarts qu'ils occaſionnent ; de l'utilité de la Phyſique pour ces différentes choſes, &c. Après l'avoir ainſi amené par gradation, on lui donnera une notion des machines qui imitent les effets des planetes ; en lui faiſant ſentir la beauté de ces machines, on lui fera voir la néceſſité d'avoir quelques notions d'aſtronomie ; c'eſt ainſi que les machines mêmes ſerviront à lui faire aimer cet Art, & que les ſciences qu'il apprendra lui paroîtront d'autant moins pénibles, qu'il en connoîtra l'abſolue néceſſité, & celle de joindre à ces connoiſſances la main-d'œuvre, afin de pouvoir exécuter lui-même ces machines d'après les regles que preſcrit la théorie.

Quant à l'exécution, il me paroît convenable qu'il commence par celle des Pendules, qui eſt plus facile à cauſe de la grandeur des pieces ; ce qui permet encore l'avantage d'exécuter toutes ſortes d'effets & de compoſitions. La grande variété que l'on ſe permet dans la conſtruction des Horloges à pendule, accoutume l'eſprit à voir les machines en grand; d'ailleurs, quant à la pratique même, il y a de certaines préciſions que l'on ne connoît que dans la Pendule, & qui pourroient cependant s'appliquer aux Montres. Ainſi l'Eleve parvenu à l'intelligence des machines, aura des idées nettes de leurs principes; & lorſqu'il poſſédera l'exécution, il paſſera aiſément à la pratique des Montres; & d'autant mieux, que le même eſprit qui ſert à compoſer & exécuter les Horloges à pendule, eſt également applicable aux Montres qui ne ſont en petit que ce que les Pendules ſont en grand.

Au reſte, comme on ne parvient que par gradation à acquérir des lumieres pour la théorie, de même la main-d'œuvre ne ſe forme que par l'uſage; mais cela s'acquiert d'autant plus vîte que l'on a dans la tête ce que l'on veut exécuter. C'eſt pour cette raiſon que je conſeille de commencer par l'étude de la ſcience, avant d'en venir à la main-d'œuvre, ou, tout au moins, de les faire marcher en même temps.

Quoiqu'il ſoit eſſentiel d'étudier les principes de l'Art, & de s'accoutumer à exécuter avec préciſion, cela ne ſuffit cependant pas encore: on ne poſſede pas l'Horlogerie pour en avoir les connoiſſances générales: les regles que l'on apprend par la lecture & par l'étude, peuvent être applicables dans une machine actuellement exiſtante, ou dans d'autres qui ſeroient pareilles; mais imaginer des moyens qui n'ont pas été mis en uſage, & compoſer des nouvelles machines, c'eſt à quoi ne parviendront jamais ceux qui ne poſſedent que des regles, & qui ne ſont pas doués de cet heureux génie que l'on ne peut tenir que de la nature. Ce talent ne s'acquiert pas par l'étude, elle ne fait que le perfectionner & aider à le developper. Lorſqu'on joint aux dons de la nature celui de ſciences, on ne peut que compoſer de très-bonnes choſes.

On voit d'après ce tableau, que pour pouvoir poſſéder à fond l'Art de l'Horlogerie, il faut avoir la théorie de cette ſcience, le talent de l'exécution, & un génie propre pour inventer: trois choſes qui ne ſont pas faciles à réunir dans la même perſonne; & d'autant moins, que juſques ici on a regardé l'exécution des pieces d'Horlogerie, comme la partie principale, au lieu qu'elle n'eſt que la derniere. Cela eſt ſi vrai, qu'une Montre ou une Pendule la mieux exécutée, fera de très-grands écarts, ſi elle n'eſt pas conſtruite ſur de bons principes; & au contraire cette machine médiocrement exécutée ne laiſſera pas que d'aller fort bien, ſi les principes dont on s'eſt ſervi pour la compoſer ſont bons. Si la juſteſſe des machines qui meſurent le temps dépend principalement des principes que l'on ſuit, il faut bien obſerver que ſi l'on veut avoir une machine parfaite, il faut joindre à la compoſition, la plus exacte & la plus ſcrupuleuſe exécution: c'eſt à la théorie à diriger la main, & à placer à propos les opérations délicates.

Je ne prétends donc pas qu'on puiſſe négliger la main-d'œuvre, au contraire; mais perſuadé qu'elle ne doit être qu'en ſous ordre, & que ce n'eſt que le mérite de l'Ouvrier, ce dont il n'eſt pas ici queſtion, je ſouhaite qu'on apprécie le mérite de la main, & celui du génie, chacun ſelon ſa valeur. Je crois être d'autant plus en droit de le dire, que je ne crains pas que l'on me ſoupçonne de dépriſer ce que je ne poſſede pas: j'ai fait mes preuves en Montres & en Pendules, & en des parties très difficiles; & je ſuis en état de convaincre les plus incrédules par des faits exiſtants.

Je dois d'autant plus inſiſter ſur cela, que la plupart des perſonnes qui ſe mêlent de l'Horlogerie ſont fort éloignées de penſer qu'il faille ſavoir autre choſe que tourner & limer: ce n'eſt pas uniquement leur faute; cette erreur tire ſa ſource de la maniere dont on forme ordinairement les Eleves. On place un enfant chez un Horloger pour y demeurer huit ans; là on l'occupe à faire des commiſſions, & à ébaucher quelques pieces d'Horlogerie: s'il parvient au bout de ce temps à faire un mouvement, il eſt ſuppoſé fort habile. Il ignore cependant fort ſouvent l'uſage de la machine qu'il a faite. Il ſe préſente avec ſon prétendu ſavoir à la Maîtriſe, il fait, ou fait exécuter par un autre le chef-d'œuvre qui lui eſt preſcrit; il eſt reçu Maître, prend boutique, vend des Montres & des Pendules, & ſe dit Horloger. On peut donc regarder comme un miracle, ſi un homme ainſi conduit devient jamais habile Artiſte.

On appelle communément *Horlogers*, ceux qui exercent l'Horlogerie; mais il eſt à propos de diſtinguer l'Horloger, comme on l'entend ici, de l'Artiſte qui poſſede les principes de l'Art: ce ſont deux perſonnes abſolument différentes. Le premier pratique en général l'Horlogerie, ſans en avoir les premieres notions, & ſe dit Horloger, parce qu'il travaille à une partie de cet Art.

Le ſecond embraſſe au contraire cette ſcience dans toute ſon étendue: on pourroit l'appeller l'*Architecte méchaniſte*. Un tel Artiſte ne s'occupe pas d'une ſeule partie; il fait les plans des Montres, des Pendules, ou des autres machines qu'il veut conſtruire; il détermine la poſition de chaque piece, leur direction, les forces qu'il faut employer, les dimenſions, &c; en un mot il conſtruit l'édifice; & quant à l'exécution, il fait choix des Ouvriers qui ſont capables d'en exécuter chaque partie. C'eſt ſous ce point de vue que l'on doit conſidérer l'Horlogerie, & que l'on peut eſpérer d'avoir de bonnes machines, ainſi que nous le ferons voir dans un moment. Nous allons maintenant parler de chaque ouvrier que l'on employe pour la fabrication des Montres & des Pendules; le nombre en eſt très-grand, car chaque partie eſt exécutée par des Ouvriers particuliers qui ne font toute leur vie que la même choſe.

Ce qui concerne la pratique ou la main-d'œuvre ſe diviſe en trois branches, leſquelles comprennent tous les Ouvriers qui travaillent à l'Horlogerie.

1°, Les Ouvriers qui font des groſſes Horloges des clochers, &c: on appelle ceux-ci *Horlogeurs* ou *Groſſiers*.

2°, Les Ouvriers qui font les Pendules: on les appelles *Horlogers Penduliers*.

3°, Les Ouvriers qui font les *Montres*: on les appelle *Ouvriers en petit*.

Les Ouvriers qui fabriquent les groſſes Horloges, ſont des eſpeces de Serruriers machiniſtes: ils font eux-mêmes tout ce qui concerne ces Horloges; ils forgent les montants dans leſquels doivent être placées les roues; ils forgent auſſi les roues qui ſont de fer *, & leurs pignons d'acier; ils font les dents des roues & des pignons à la lime, après les avoir diviſées au nombre de parties convenables; ouvrage très-long & bien pénible. Il faut être plus qu'un Ouvrier pour diſpoſer à propos ces ſortes d'ouvrages; car il faut de l'intelligence pour diſtribuer avantageuſement les rouages, proportionner les forces des roues aux efforts qu'elles ont à vaincre, ſans cependant les rendre plus peſantes qu'il n'eſt beſoin, ce qui augmenteroit les frottements mal à propos. Les conſtructions de ces machines varient ſelon les lieux où elles ſont placées. Les conduites des aiguilles ne ſont pas faciles à exécuter: la grandeur totale de la machine & des roues, &c, eſt relative à la grandeur des aiguilles qu'elle doit mouvoir, à la cloche qui doit être employée pour ſonner les heures; ce qui détermine la force du marteau, & celui-ci la force des roues. Pour compoſer avantageuſement ces ſortes de machines, il eſt néceſſaire de poſſéder la théorie de l'Horlogerie: ces mêmes Ouvriers font auſſi les Horloges pour les Châteaux, celles pour les eſcaliers, &c.

Voici l'énumération des Ouvriers pour les Pendules.

1°, Le premier ouvrage que l'on fait faire aux Ouvriers qui travaillent aux Pendules, eſt ce qu'on appelle le *Mouvement en blanc*, qui conſiſte dans les roues, les pignons & les détentes: ces Ouvriers que l'on appelle *Faiſeurs de mouvements en blanc*, ne font qu'ébaucher l'ouvrage ; dont le mérite conſiſte dans la dureté des roues & des pignons : les dents des roues doivent être d'une égale groſſeur, & diſtantes entr'elles ; elles doivent avoir les formes & les courbures requiſes, &c. *

---

* Ceux qui les font en cuivre font mieux.

2°, Le *Finiſſeur* eſt celui qui termine les dents des roues ; c'eſt-à-dire, qui fait les courbures des dents, qui finit leurs pivots, qui fait les trous dans leſquels ils doivent tourner, les engrenages, l'échappement ; il eſt chargé de l'exécution des effets de la ſonnerie, ou de la répétition, &c : il ajuſte les aiguilles, le pendule ou lentille ; enfin il fait marcher l'Horloge. Reſte au Méchaniſte, c'eſt-à-dire, à l'Horloger à revoir les effets de la machine : ſi, par exemple, les engrenages ſont bien faits ainſi que les pivots des roues ; ſi l'échappement fait parcourir au *pendule* l'arc convenable ; ſi la peſanteur de la lentille & les arcs qu'elle décrit ſont relatifs à la force motrice, &c : il doit enfin examiner les effets de la ſonnerie ou répétition, &c.

3°, La *Fendeuſe* eſt une Ouvriere qui fend les roues des Pendules ; elle ne fait que cela.

4°, Le *Faiſeur de reſſorts* fait les reſſorts des Pendules : il ne s'occupe uniquement qu'à cela. Ce que l'on peut exiger d'un Faiſeur de reſſorts, c'eſt qu'il les faſſe fort longs & de bon acier trempé aſſez dur pour ne pas perdre ſon élaſticité, mais pas aſſez dur pour caſſer : il faut que l'action du reſſort, en ſe *débandant*, ſoit la plus égale poſſible, & que les lames ne ſe frottent pas en ſe développant.

5°, Les *Faiſeurs de lentilles* de poids pour faire marcher les Pendules : ces mêmes Ouvriers font auſſi les aiguilles d'acier des Pendules.

6°, Les *Graveurs* pour les aiguilles de cuivre.

7°, Le *Graveur* qui fait les cadrans de cuivre pour les Pendules à ſecondes, &c.

8°, Le *Poliſſeur* : celui-ci polit les pieces de cuivre du mouvement de la Pendule ; le Finiſſeur termine & polit celles d'acier.

9°, Les *Emailleurs* ou Faiſeurs de cadran des Pendules.

10°, Les *Ouvriers qui argentent* les cadrans de cuivre.

11°, Les *Ciſeleurs* qui font les boîtes & *cartels* pour les Pendules.

12°, Les *Ebéniſtes* qui font les boîtes de marqueterie & autres. Les Horlogers doivent diriger les Ebeniſtes & les Ciſeleurs pour le deſſein des boîtes ; & comme ils ne ſont pas communément en état de le faire par eux-mêmes, il eſt à propos qu'ils conſultent des Architectes ou de bons Deſſinateurs.

13°, Les *Doreurs* pour les bronzes des boîtes & des cartels, &c.

---

* Dans le Chapitre XXXVI de la premiere Partie, on verra tous les détails de pratique d'une Pendule à répétition.

14°, *Les Metteurs en couleur* : ceux-ci donnent la couleur aux bronzes des boîtes des Pendules, aux *cartels*, cadrans, &c. Cette couleur imite la dorure.

15°, Les *Fondeurs* pour les roues des Pendules, & de différentes pieces qui s'employent pour les mouvements.

16°, Les *Fondeurs* qui font les timbres, qui les tournent & les poliſſent.

Voilà en gros les Ouvriers qui travaillent aux Pendules ordinaires.

Les Pendules à équation ou autres machines compoſées, ſont exécutées par différents Ouvriers *en blanc*, par des Finiſſeurs, &c, & ſont conduites & compoſées par l'Horloger.

Les Ouvriers qui travaillent aux Montres ſont les ſuivants :

1°, Le *Faiſeur de mouvements en blanc :* il fait, ainſi que ceux des Pendules, les roues & les pignons, leſquels exigent à peu-près les mêmes précautions : ces Ouvriers n'exécutent que les mouvements des Montres ſimples.

2°, Le *Faiſeur de rouages :* cet Ouvrier qui ne s'occupe qu'à faire les rouages des Montres ou repétitions.

3°, Les *Cadraturiers* ſont ceux qui font cette partie de la répétition qui eſt ſous le cadran, dont le méchaniſme eſt tel que, lorſque l'on pouſſe le bouton ou pouſſoir de la Montre, cela fait répéter l'heure & le quart marqué par les aiguilles.

4°, Le *Finiſſeur* eſt l'Ouvrier qui termine l'ouvrage du Faiſeur de mouvements. Il y a deux ſortes de Finiſſeurs, celui qui finit le mouvement des Montres ſimples, & celui qui termine le rouage d'une Montre à repétition : l'un & l'autre finiſſent les pivots des roues, les engrenages. Quand les Montres ſont à roues de rencontre, les Finiſſeurs font auſſi les échappements : le Finiſſeur égaliſe la fuſée avec ſon reſſort ; il ajuſte le mouvement dans la boîte, remonte la Montre dorée, & la fait marcher. Il ne reſte à l'Horloger qu'à la revoir, à examiner les engrenages, la groſſeur des pivots, la liberté de leur mouvement dans leurs trous, les ajuſtements du ſpiral, l'échappement, le poids du balancier, l'égalité de la fuſée, &c. L'Horloger doit retoucher lui-même les parties qui ne ſont pas ſelon les regles, & donner ainſi l'ame à la machine ; mais il faut premiérement qu'elle ait été conſtruite ſur des bons principes.

5°, Les *Faiſeurs d'échappements* des Montres à cylindre. Ceux-ci ne font que les échappements ; c'eſt-à-dire, la roue de cylindre, le cylindre même ſur lequel ils fixent le balancier. Ils ajuſtent la couliſſe, & le ſpiral : comme aucun des échappements connus en Montre, ne corrige ni ne doit corriger les inégalités de la force motrice, c'eſt aux Méchaniſtes, qui font faire des échappements, à preſcrire la diſpoſiton

&

& les dimenſions qu'ils doivent avoir ; c'eſt-à-dire, que c'eſt à eux à fixer les nombres des vibrations, la grandeur des arcs qu'ils doivent faire parcourir, le poids du balancier relatif à la force du reſſort ; puiſque, comme nous le verrons, c'eſt ſur ce rapport que roule toute la juſteſſe des Montres.

6°, Les *Faiſeurs de reſſorts* des Montres : ceux-ci ne font que les petits reſſorts.

7°, La *Faiſeuſe de chaînes* de Montre. On tire ordinairement ces chaînes toutes faites de Geneve ou de Londres.

8°, Les *Faiſeuſes de ſpiraux* : on tire auſſi les ſpiraux de Geneve.

Un ſpiral exige beaucoup de ſoin pour être bon ; & ſa bonté eſt très-eſſentielle dans une Montre. Il faut qu'un ſpiral ſoit du meilleur acier poſſible ; qu'il ſoit bien trempé, afin qu'il reſtitue toute la quantité de mouvement qu'il reçoit, ou du moins la plus approchante.

9°, L'*Emailleur* ou Faiſeur de cadrans.

10°, Le *Faiſeur d'aiguilles.*

11°, Les *Graveurs* qui font les ornements des coqs, des roſettes, &c.

12°, Les *Doreuſes* : ces femmes ne font que dorer les platines, les coqs & autres parties des Montres. Il faut qu'elles uſent de beaucoup de précaution, pour que le degré de chaleur qu'elles donnent à ces pieces ne les amoliſſe pas.

13°, Les *Poliſſeuſes* ſont occupées à polir les pieces de cuivre d'une Montre, telles que les roues, &c, qui ne ſe dorent pas.

14°, Les Ouvriers qui poliſſent les pieces d'acier, les marteaux, &c.

15°, Les *Fendeuſes de roues.*

16°, Ceux qui *taillent les fuſées* & les roues d'échappement. La juſteſſe d'une roue d'échappement dépend ſur-tout de la juſteſſe de la machine qui ſert à la tailler : elle dépend encore des ſoins de celui qui la fend. Il eſt donc eſſentiel d'y apporter des attentions, parce que cela contribue auſſi à la juſteſſe de la marche de la montre.

17°, Les *Monteurs de boîtes* des Montres, ſoit en or ou en argent.

18°, Les *Faiſeurs d'étuis.*

19°, Les *Graveurs & Ciſeleurs* que l'on employe pour orner les boîtes des Montres.

20°, Les *Emailleurs* qui peignent les figures & les fleurs dont on décore les boîtes : les Horlogers peuvent bien, ſans préjudicier à la bonté de l'ouvrage intérieur, orner les boîtes de leurs Montres ; il faut pour cela qu'ils faſſent choix d'habiles Artiſtes, Graveurs & Emailleurs.

21°, Les *Ouvriers* qui font les *chaînes d'or* pour les Montres, ſoit pour homme ou pour femme ; les Bijoutiers & les Horlogers font également ces chaînes. Je ne parle pas ici d'un très-grand nombres d'Ouvriers, qui ne font uniquement que les outils & inſtruments dont ſe ſervent les Horlogers: ce détail ſeroit long, & d'ailleurs il n'eſt qu'acceſſoire à la main-d'œuvre.

On voit par cette diviſion de l'exécution des pieces de l'Horlogerie, qu'un habile Artiſte Horloger ne doit être uniquement occupé,

1°, Qu'à étudier les principes de ſon art, à faire des expériences, à conduire les Ouvriers qu'il employe, à revoir leur ouvrage à meſure qu'ils exécutent les pieces.

On voit 2°, que chaque partie d'une Pendule ou d'une Montre doit être parfaite, puiſqu'elle eſt exécutée par des Ouvriers qui ne ſont jamais occupés qu'à faire la même choſe; ainſi ce qu'on doit exiger d'un habile homme, c'eſt qu'il conſtruiſe lui-même ſes Montres & ſes Pendules ſur de bons principes appuyés de l'expérience; d'employer de bons ouvriers, & de revoir chaque piece à meſure qu'on l'exécute; d'en corriger les défauts; enfin lorſque le tout eſt exécuté, il doit raſſembler les parties, & établir entr'elles l'harmonie qui fait l'âme de la machine. Il faut donc qu'un tel Artiſte ſoit en état d'exécuter lui-même au beſoin toutes les parties qui conſtituent les Montres & les Pendules; car il ne peut diriger & conduire les Ouvriers que dans ce cas, & encore moins pourroit-il corriger leurs ouvrages s'il ne ſavoit pas exécuter. Il eſt aiſé de voir qu'une machine d'abord bien conſtruite par l'Artiſte, & enſuite exécutée par différents Ouvriers, eſt préférable à celle qui ne ſeroit faite que par un ſeul & même Artiſte, puiſqu'il n'eſt pas poſſible à un même homme de s'occuper de la recherche des principes, de faire des expériences, & d'exécuter en même temps avec la perfection dont eſt capable l'Ouvrier qui borne toutes ſes facultés à exécuter les pieces.

A juger du point de perfection de l'Horlogerie par celui de la main-d'œuvre, on imagineroit que cet Art eſt parvenu à ſon plus grand degré de perfection: en effet, on exécute aujourd'hui les pieces d'Horlogerie avec des ſoins & une délicateſſe ſurprenante; ce qui prouve ſans doute l'adreſſe de nos Ouvriers, & la beauté de la main-d'œuvre, mais nullement la perfection de la ſcience; puiſque les principes n'en ſont pas encore déterminés, & que la main-d'œuvre ſeule ne donne pas la juſteſſe de la marche des Montres & des Pendules. Or cette juſteſſe eſt le propre de l'Horlogerie. Il ſeroit donc à ſouhaiter que l'on s'attachât davantage aux principes, & qu'on ne fît pas conſiſter le mérite d'une Montre, ſimplement dans l'élégance de l'exécution, qui n'eſt que l'effet de la main; mais bien dans l'intelligence de la compoſition, ce qui eſt le fruit du génie.

L'Horlogerie ne ſe borne pas uniquement aux machines qui meſurent le temps; cet Art étant la ſcience du mouvement, on voit que tout ce qui concerne les machines quelconques peut être de ſon reſſort: auſſi de la perfection de cet Art, dépend celle de différentes machines & inſtruments; comme, par exemple, les inſtruments propres à l'Aſtronomie & à la Navigation, les inſtruments de Mathématique, les machines propres à faire les expériences de Phyſique, &c.

Le célébre *Graham*, Horloger Anglois, Membre de la Société Royale de Londres, n'a pas peu contribué à la perfection des inſtruments d'Aſtronomie; & les connoiſſances qu'il poſſédoit dans les différents genres dont nous avons parlé, prouvent bien que la ſcience de l'Horlogerie les réunit toutes. Il eſt vrai que cela eſt réſervé à ceux qui ſont doués d'un genie ſupérieur; mais pour parvenir à ces connoiſſances, il ſuffiroit d'exciter l'émulation des Artiſtes, & les mettre un peu plus en honneur qu'on n'a fait juſqu'à préſent.

Nous diſtinguerons trois ſortes de perſonnes qui travaillent ou qui s'ingerent de travailler à l'Horlogerie: les premiers, dont le nombre eſt le plus conſidérable, ſont ceux qui ont pris cet état ſans goût, ſans diſpoſition ni talent, & qui le profeſſent par routine, ſans application, & ſans chercher à ſortir de leur médiocrité & même de leur ignorance: ceux-là travaillent ſimplement pour gagner de l'argent, le hazard ſeul ayant décidé du choix de leur état. Les ſeconds ſont ceux qui par un deſir très-louable de s'élever au-deſſus du commun des Artiſtes, cherchent à acquérir les connoiſſances & les principes de l'Art; mais aux efforts deſquels la nature ingrate ſe refuſe. Enfin le petit nombre renferme des Artiſtes intelligents qui, nés avec des diſpoſitions particulieres, & poſſédant l'amour du travail & de l'Art, s'appliquent à découvrir des nouveaux principes, & à approfondir ceux qui ſont déja établis.

Pour être un Artiſte de ce genre, il ne ſuffit pas d'avoir un peu de théorie, quelques principes généraux des méchaniques, & d'y joindre l'habitude au travail; il faut de plus une diſpoſition particuliere, que l'on ne tient que de la nature; cette diſpoſition ſeule tient lieu de tout: lorſqu'on eſt né avec ce genie, on ne tarde pas à acquérir le reſte; en faiſant uſage de ce don précieux, on acquiert bien-tôt la pratique; & un Artiſte tel que je le ſuppoſe, n'exécute rien dont il ne ſente les effets, ou qu'il ne cherche à les analyſer; rien n'échappe à ſes obſervations: & quel chemin ne fera-t-il pas dans ſon Art, s'il joint à ces diſpoſitions l'étude de toutes les découvertes faites juſqu'à ſon temps? Il eſt rare ſans doute de trouver des génies aſſez heureux pour réunir toutes ces parties eſſentielles; mais on en trouve qui ont toutes les diſpoſitions naturelles, à qui il ne manque que l'occaſion d'en faire l'application, & qui ſe livreroient tout entiers à la perfection de leur Art, ſi leur émulation étoit récompenſée: il ne faudroit, pour rendre un ſervice eſſentiel à l'Horlogerie & à la Société, que piquer leur amour propre; faire une diſtinction de ceux qui ſont vraiment Horlogers d'avec ceux qui ne ſont ſimplement qu'Ouvriers, ou même Charlatans: il faudroit enfin confier l'adminiſtration du corps de l'Horlogerie aux plus intelligents; faciliter l'admiſſion à ceux qui ont des talents reconnus, & en exclure à jamais ces miſérables Ouvriers qui, outre qu'ils arrêtent les progrès de l'Art, tendent encore à le détruire.

S'il eſt néceſſaire de partir d'après des principes de méchanique pour compoſer des pieces d'Horlogerie, il n'eſt pas moins de les vérifier par des expériences; car quoique ces principes ſoient invariables, comme ils ſont la plupart compliqués, & qu'on doit les appliquer à de très-petites machines, il en réſulte des effets différents, & aſſez difficiles à analyſer. Nous obſerverons qu'il y a deux manieres de procéder à ces expériences: les unes ſont faites par des gens ſans intelligence qui les exécutent pour s'éviter la peine de rechercher par une étude & une analyſe pénible, que ſouvent ils ne ſoupçonnent pas, l'effet qui doit réſulter d'un méchaniſme compoſé ſans regles, ſans principes & ſans vue; ce ſont des Ouvriers qui ſe conduiſent par le tâtonnement, comme fait l'Aveugle avec ſon bâton: la ſeconde claſſe de perſonnes qui ſont des expériences, eſt compoſée d'Artiſtes inſtruits des principes de méchaniques, des loix du mouvement, des diverſes actions des corps les uns ſur les autres; & qui, doués d'un génie qui fait décompoſer les effets les plus délicats d'une machine, voyent des yeux de l'eſprit, tout ce qui doit réſulter de telle ou telle combinaiſon; qui peuvent en faire le calcul d'avance, la conſtruire de la maniere la plus avantageuſe; enſorte que s'ils font des expériences, c'eſt moins pour apprendre ce qui doit en réſulter, que pour voir la confirmation des principes qu'ils ont établis, & les effets qu'ils avoient analyſés. J'avoue qu'une telle maniere de voir eſt très-pénible, & qu'il faut être doué d'un génie particulier; auſſi apartient-t-il à fort peu de perſonnes de faire des expériences utiles, & qui aient un but marqué.

L'Horlogerie livrée à elle-même, ſans encouragements, ſans diſtinctions, ſans récompenſes, s'eſt élevée par ſes propres forces au point où nous la voyons de nos jours: cela ne peut être atribué qu'à l'heureuſe diſpoſition de quelques Artiſtes, qui aimant aſſez leur Art pour en rechercher la perfection, ont excité entr'eux une émulation qui a produit des effets auſſi avantageux, que ſi on les eût encouragés par des récompenſes. Le germe de cet eſprit d'émulation eſt dû aux Artiſtes Anglois que l'on fit venir en France au temps de la Régence; entr'autres au célebre SULLY *, le plus habile de ceux qui s'établirent alors en France: Julien LE ROY éleve de le BON, fort habile Horloger étoit fort lié avec Sully: il profita de ſes lumieres; ce qui joint à ſon mérite perſonnel, lui valut la réputation dont il a joui juſqu'à ſa mort. Celui-ci eut des émules, entr'autres ENDERLIN qui étoit doué d'un vrai génie pour les méchaniques; ce que l'on peut voir par pluſieurs bons Mémoires & pluſieurs Machines qui ont beaucoup enrichi le Traité d'Horlogerie de M. THIOUT. On ne doit pas oublier Jean-Baptiſte DUTERTRE, fort habile Horloger, GAUDRON, Pierre LE ROY, & THIOUT l'aîné, dont le Traité d'Horlogerie fait l'éloge. Nous devons à ces habiles Artiſtes grand nombre de recherches, & ſur-tout la perfection de la main-d'œuvre; mais quant à la théorie & aux principes de l'art de la meſure du temps, ils n'en ont point traité. Il n'eſt donc pas étonnant que l'on ait écrit de nos jours beaucoup d'abſurdités.

Le ſeul Ouvrage dans lequel il ſoit queſtion de principes, eſt un Mémoire de M. de RIVAZ, qui ſert de réponſe à un écrit anonyme contre ſes découvertes. C'eſt aux diſputes que les Horloges à un an ont excitées, & à ce Mémoire, que nous devons l'eſprit d'émulation qui animé nos Artiſtes modernes. Cette époque a été auſſi favorable à l'Horlogerie, que celle que nous devons à Sully.

Il ſeroit à ſouhaiter que M. de RIVAZ, ce ſavant Méchanicien, eût pratiqué & ſuivi l'Horlogerie: ſes connoiſſances en méchanique, & ſon heureux génie auroient beaucoup ſervi à perfectionner ce bel Art.

Il faut convenir que les Artiſtes qui ont enrichi l'Horlogerie de nouvelles découvertes, méritent tous nos éloges, puiſque leurs travaux pénibles n'ont eu pour objet que la perfection de l'Art, pour lequel ils ont ſacrifié leur fortune; car il eſt bon d'obſerver qu'il n'en eſt pas de l'Horlogerie, comme des autres Arts, tels que la Peinture, l'Architecture, ou la Sculpture: dans ceux-ci, l'Artiſte qui excelle, eſt non-ſeulement encouragé & récompenſé; mais comme il ſe trouve beaucoup d'amateurs en état de juger de leurs productions, la réputation & la fortune ſuivent ordinairement le mérite. Un excellent Artiſte Horloger peut au contraire paſſer ſa vie dans l'obſcurité, tandis que d'impudents Plagiaires, des Charlatans, & autres miſérables Marchands ou Ouvriers, jouiront de la fortune & des encoura-

---

* C'eſt à *Sully* que nous devons la *Regle artificielle du temps*; ouvrage excellent qui contient un très-bon Mémoire ſur les moyens de perfection d'une Montre.

gements dûs au ſeul mérite; car le nom que l'on ſe fait dans le monde, porte ordinairement moins ſur le mérite réel de l'ouvrage, que ſur la maniere dont il eſt annoncé. Il eſt aiſé d'en impoſer au public, qui ſe laiſſe facilement entraîner à croire un Charlatan ſur ſa parole, parce qu'il eſt dans l'impoſſibilité de vérifier & de juger par lui-même ſi on ne lui en impoſe pas.

On doit encore d'autant plus tenir compte aux Artiſtes Horlogers qui cherchent à étendre les limites de leur Art, que parmi le grand nombre d'Artiſtes qui travaillent à l'Horlogerie, il y en a un très-petit nombre en état de ſentir le mérite de certaines recherches. Au reſte, cela ne doit pas empêcher un Artiſte de donner toute ſon application à ſon Art; car ſi dans le moment actuel les autres Artiſtes ne tirent pas tout le fruit de ſon travail, inſenſiblement ceux qui le méditeront, pourront non-ſeulement l'atteindre, mais encore le ſurpaſſer.

C'eſt à cet eſprit d'émulation, que la Société des Arts, formée ſous la protection de S. A. S. M. le COMTE DE CLERMONT, doit ſon origine. On ne peut que regretter qu'un établiſſement qui auroit pu devenir fort utile au public, ait été de ſi courte durée. On a cependant vu ſortir de cette Société de très-bons Sujets qui illuſtrent aujourd'hui l'Académie des Sciences; & pluſieurs Mémoires * fort bien faits ſur l'Horlogerie.

De concert avec pluſieurs habiles Horlogers, nous avions formé le projet de rétablir cette eſpece d'Académie, & propoſé à feu MM. Julien LEROY, THIOUT l'aîné, & quelques autres Artiſtes intelligents: tous auroient fort deſiré que ce projet eût réuſſi; mais un d'eux me dit formellement alors, qu'il ne vouloit pas y entrer ſi tel autre y étoit admis. Cette petiteſſe me fit connoître la cauſe de la chûte de la Société des Arts, & déſeſperer de la rétablir, à moins que le Miniſtere ne voûlut s'y intéreſſer en favoriſant cet établiſſement par des récompenſes qui ſerviroient à diſſiper ces baſſes jalouſies. On me permettra de détailler ici quelques-uns des avantages d'une pareille Société ou Académie d'Horlogerie.

L'Horlogerie eſt parvenue à un point de perfection que je crois au-deſſus de l'Horlogerie Angloiſe; ce que l'on doit attribuer au ſeul amour de quelques Artiſtes. Cependant, malgré cet avantage, elle eſt ſur le point de retomber dans le mépris: le peu d'ordre que l'on obſerve pour ceux que l'on reçoit dans le Corps; &, plus que tout cela, le commerce que font les Marchands, les Ouvriers ſans droit ni talents; quelques Domeſtiques & autres gens intriguants, qui trompent le

---

* De MM. Gaudron, & Leroy: *Voyez* Regle Artificielle du Temps.

Public avec des faux noms, & qui aviliſſent l'Art; toutes ces choſes ôtent la confiance que l'on avoit aux Artiſtes célebres: ceux-ci découragés & enfin entraînés pat le torrent, ſeront obligés de faire comme les autres; ils ceſſeront d'être Artiſtes, pour devenir Marchands.

L'Horlogerie, dans ſon origine en France, paroiſſoit être un objet de trop petite conſéquence pour l'Etat, pour mériter l'attention du Gouvernement; on ne prévoyoit pas encore que cela pût former dans la ſuite une branche de commerce auſſi conſidérable qu'elle peut l'être de nos jours: il n'eſt donc pas étonnant que cet Art ait été abandonné à lui-même. Mais aujourd'hui l'Horlogerie eſt abſolument différente de ce qu'elle étoit alors; elle a acquis un très-grand degré de perfection; nous poſſédons au plus haut point l'art d'orner avec goût nos boîtes de Pendules & de Montres, dont la décoration eſt fort au-deſſus de celles des Etrangers, qui tâchent envain de nous imiter. Il ne faut donc plus enviſager l'Horlogerie comme un Art ſeulement utile à nous-mêmes; il faut maintenant la conſidérer relativement au commerce qu'on en peut faire avec l'Etranger.

C'eſt par l'établiſſement d'une Société académique, que l'Art de l'Horlogerie pourroit acquérir le plus de confiance de la part de l'Etranger.

Car 1°, une telle Académie ſerviroit à porter l'Horlogerie au plus haut point de perfection, par l'émulation qu'elle exciteroit parmi les Artiſtes: les Arts ne ſe ſont perfectionnés que par le concours de pluſieurs perſonnes qui traitoient le même objet.

2°, Les regiſtres de cette Société ſerviroient comme d'archives, où les Artiſtes iroient dépoſer ce qu'ils auroient inventé; les Membres de ce Corps, plus éclairés, & plus intéreſſés à ce qu'il ne ſe commît aucune injuſtice, arrêteroient les plagiats qui ſe font tous les jours impunément. Avec le ſecours des Mémoires que l'on raſſembleroit, on parviendroit, avec le temps, à publier un Traité d'Horlogerie, plus utile que ceux qui ont été publiés juſqu'à préſent: c'eſt par le manque de pareilles archives, que l'on voit reparoître de temps en temps, & avec ſuccès, tant de conſtructions proſcrites; & c'eſt ce qui continuera d'arriver, toutes les fois que l'amour de la nouveauté fera recevoir indiſtinctement & ſans examen toutes ſortes de machines, nouvelles ou non: le Public ſe perſuade alors que l'Art ſe perfectionne, tandis qu'il ne fait que revenir ſur ſes pas, en tournant comme ſur un cercle; ou l'on admet pour original tout ce que l'on n'a pas encore vu.

3°, L'émulation que donneroit une pareille Société académique, ſerviroit à former des Artiſtes, qui en partant du point où leurs prédéceſſeurs auroient laiſſé l'Art, le porteroit encore plus loin; car pour être un membre utile d'un corps, il faudroit étudier, travailler, faire des expériences, ou ſe réſoudre à être confondu avec la foule des mauvais Ouvriers.

4°, Enfin il en réſulteroit un avantage pour chaque Membre; car alors le Public inſtruit de ceux à qui il pourroit donner ſa confiance, ceſſeroit d'acheter les ouvrages d'Horlogerie chez les Marchands qui ſouvent le trompent; aſſuré de ne trouver chez l'Artiſte connu que d'excellentes machines. Enfin, de ces différents avantages, il en réſulteroit que la perfection où notre Horlogerie eſt portée, ſeroit plus connue de l'Etranger qui lui donneroit une entiere préférence ſur celle de nos voiſins.

TABLE
DES CHAPITRES
Contenus dans cette premiere Partie.

PLAN DE L'OUVRAGE, Page j
Diſcours ſur l'Horlogerie, xxvij

ESSAI SUR L'HORLOGERIE, premiere Partie, *Page* 1

CHAPITRE I. *De la diviſion du Temps : Du temps vrai ou apparent : Du temps moyen ou uniforme*, ibid

CHAP. II. *Deſcription d'une Machine propre à meſurer le temps ; avec les définitions des principaux termes de l'Horlogerie*, 7

Définitions ou explications des termes & des noms des principales pieces d'une Machine propre à meſurer le temps, 13

CHAP. III. *Deſcription d'une Pendule à ſecondes & à Sonnerie*, 18

Deſcription de la ſonnerie, 24

CHAP. IV. *Réflexions ſur les Sonneries ordinaires & ſur leurs inconvénients. Idée des moyens qu'on peut propoſer pour y remédier*, 27

CHAP. V. *Deſcription d'une Sonnerie d'heures & demies, propre à appliquer à une Horloge qui marche un an, ſans avoir beſoin d'être montée*, 29

CHAP. VI. *Des Répétitions*, 33

CHAP. VII. *Deſcription d'une Pendule à répétition, avec l'échappement à ancre*, 36

CHAP. VIII. *Des Montres ; premieres notions de ces Machines*, 41

CHAP. IX. *Deſcription d'une Montre à roue de rencontre*, 49

CHAP. X. *Deſcription d'une Montre à répétition dont l'échappement eſt à cylindre*, 54

CHAP. XI. *Deſcription d'une Montre à réveil,* 62

CHAP. XII. *Comment on fait marquer l'Equation du temps à une Machine : Deſcription d'une Pendule d'équation,* 66

CHAP. XIII. *Des Pendules d'équation à cercles mobiles,* 72

CHAP. XIV. *Deſcription d'une Montre d'équation à ſecondes concentriques, marquant les mois de l'année & leurs quantiemes,* 77

CHAP. XV. *Deſcription d'une Pendule d'équation à deux aiguilles de minutes concentriques; elle marque les mois de l'année, leurs quantiemes & les années biſſextiles,* 79

CHAP. XVI. *Deſcription d'une Equation à deux aiguilles & deux cadrans,* 86

CHAP. XVII. *Deſcription d'une Cadrature d'équation, qui ne marque que le temps vrai,* 88

Des Pendules qui marquent les heures, les minutes & les ſecondes du temps vrai ſeulement, par les vibrations inégales d'un pendule qui s'alonge & ſe raccourcit, inventé par le P. Alexandre, 89

CHAP. XVIII. *Deſcription d'une Montre d'équation à répétition, à ſecondes concentriques d'un ſeul battement,* 92

CHAP. XIX. *De la maniere de tracer les courbes de Pendules, ou Montres à équation,* 102

1°. *Tailler la courbe d'une Pendule d'équation,* ibid.

2°. *De la maniere de tailler les courbes des Montres & Pendules d'équation à cadrans mobiles,* 106

De l'utilité des Montres d'équation, 111

CHAP. XX. *De l'uſage de la Table d'équation pour régler les ouvrages d'Horlogerie,* 112

Table de la correction qu'il faut faire au bout de cent ans Juliens, *pour avoir le midi moyen au midi vrai,* 115

Uſage de la colonne des différences, 116

De la maniere de régler une Horloge aſtronomique par les étoiles fixes, 122

CHAP. XXI. *Deſcription de l'Echappement à repos en Pendule,* 128

Remarque ſur les échappements, 130

CHAP. XXII. *Deſcription de l'échappement à cylindre,* 131

CHAP. XXIII. *Des échappements à recul,* 135

De l'échappement à roue de rencontre, 136

CHAP. XXIV. *De l'échappement à double levier & à ancre*, 138
CHAP. XXV. *Deſcription de la machine à fendre les dents des roues de Montres & de Pendules*, 141
Deſcription de la machine à centrer les roues d'échappements, 147
CHAP. XXVI. *De la Fuſée & de ſes propriétés*, 148
Deſcription de la machine à tailler les fuſées, 150
Maniere de tailler une fuſée, 153
De la maniere d'égaliſer les fuſées, 154
CHAP. XXVII. *Deſcription de différents outils & inſtruments les plus utiles pour l'exécution des pieces d'Horlogerie*, 158
Deſcription de l'outil à placer les roues droites en cage, 165
CHAP. XXVIII. *Deſcription de l'Inſtrument que j'ai conſtruit pour meſurer la force des Reſſorts de Montres, pour ſervir à déterminer la peſanteur des balanciers*, 166
CHAP. XXIX. *De l'outil d'Engrenage, & de la maniere de déterminer exactement les groſſeurs des pignons & de faire de bons engrenages*, 169
Maniere de prendre la groſſeur des pignons, 171
CHAP. XXX. *Deſcription d'une répétition de Montre à trois parties d'une nouvelle diſpoſition*, 174
CHAP. XXXI. *Des ſoins d'exécution & de conſtruction d'une Montre*, 177
Du Régulateur, ibid
Obſervations ſur le Balancier d'une Montre, & ſur la main-d'œuvre de ce régulateur, 179
De l'Echappement, 180
Remarque ſur les échappements à roue de rencontre, 181
Du Rouage de la Montre, 183
CHAP. XXXII. *Des cauſes qui font arrêter ou varier une Montre; avec la maniere de les reconnoître & d'y remédier*, 185
CHAP. XXXIII. *Examen des cauſes qui font arrêter & varier les Pendules*, 197
Seconde Partie. *Des cauſes de variations des Pendules*, 202
1°. *Des variations produites par la nature même de l'Horloge*, ibid
2°. *Des cauſes de variations des Horloges, produites par la mauvaiſe conſtruction & la vicieuſe exécution*, 203

CHAP. XXXIV. *De la maniere de juger des nouvelles productions en Horlogerie,* 203
CHAP. XXXV. *Des Barometres & Thermometres à aiguille,* 211
CHAP. XXXVI. *Des opérations de la main-d'œuvre, pour l'exécution des pieces d'Horlogerie,* 217

Diviſion de ce Chapitre.

I. *De la diſpoſition ou plan de la machine,* 218
II. *De l'exécution du Rouage de l'Horloge à répétition,* 225
  1°. *Monter la cage,* ibid
  2°. *Faire les roues,* 233
  3°. *Monter le barillet, & faire l'encliquetage du mouvement,* 242
  4°. *De l'exécution des pignons, & de la maniere d'aſſembler le rouage,* 266
  5°. *Faire les dentures, former les engrenages ſur l'outil, & mettre les roues en cage,* 316
III. *Tracer le plan de la cadrature de répétition,* 332
IV. *De la main-d'œuvre de la cadrature & autres parties d'une repétition,* 338
V. *De l'emboîtage du mouvement;* 390
VI. *Opérations requiſes pour exécuter un cadran d'émail,* 397
  1°. *Faire la Plaque du cadran,* 398
  2°. *De l'Email, maniere de le préparer pour l'employer,* 400
  3°. *Préparation de la plaque du cadran avant de la charger d'émail,* 401
  4°. *Du Fourneau,* 403
  5°. *De l'arrangement du charbon & de la mouffle,* 404
VII. *Ajuſter les Aiguilles,* 409
  Dorer les aiguilles en or moulu, 418
  Préparation de l'or, ibid
  Préparation des aiguilles pour y appliquer l'or, & les dorer, 419
VIII. *De l'ajuſtement du Timbre & des Marteaux,* 420
IX. *De l'exécution du Reſſort moteur de l'Horloge,* 426
  1°. *De l'Acier que l'on employe pour faire les reſſorts de Pendule : de la maniere de forger ces reſſorts,* 427
  2°. *Forger le reſſort à froid,* 428
  3°. *Préparation pour la trempe du reſſort;* 429
  4°. *Plier le reſſort en ſpirale,* 434

5°. *Faire les crochets de l'arbre & du barillet pour le reſſort*, 435
Eprouver le reſſort, 437

X. *De l'Echappement de l'Horloge; de la maniere de l'exécuter pour le rendre iſochrone*, 438
1°. *Faire la tige d'échappement qui porte l'ancre, le Coq d'échappement, & l'avance ou retard*, 439
Remarque ſur la longueur à donner à la Fourchette, 443
2°. *Fendre la roue d'échappement, en achever les dents, & finir les croiſées*, 446
3°. *Tracer l'Ancre pour former l'échappement*, 449
4°. *De l'exécution de l'ancre d'échappement*, 453
Achever l'échappement, 456
5°. *De l'exécution du pendule*, 457

XI. *Faire marcher en blanc le mouvement de l'Horloge, & la régler*, 461
Examen du rapport de la peſanteur du régulateur à la force motrice, 466
Régler l'Horloge, 467

XII. *De l'exécution de l'échappement à repos, applicable à une Horloge à ſecondes*, 471

FIN de la Table des Chapitres de cette premiere Partie.

APPROBATION.

J'AI examiné par ordre de Monſeigneur le Chancelier un manuſcrit intitulé : *Eſſai ſur l'Horlogerie* ; & je crois que les amateurs de cet Art en verront l'impreſſion avec plaiſir. A Paris ce 28 Mai 1761.

DEPARCIEUX.

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre, à nos amés & féaux Conſeillers les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conſeil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenants civils, & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra : Salut. Notre amé le Sieur FERDINAND BERTHOUD, Nous a fait expoſer qu'il deſireroit faire imprimer & donner au Public un Ouvrage de ſa compoſition, qui a pour titre : *Eſſai ſur l'Horlogerie* ; s'il Nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de Privilege pour ce néceſſaires : A ces cauſes, voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons par ces Préſentes, de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le faire vendre & débiter par tout notre Royaume, pendant le temps de douze années conſécutives, à compter du jour de la date des Préſentes. Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance ; comme auſſi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire ledit Ouvrage, ni d'en faire aucun extrait, ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant, ou de ceux qui auront droit de lui ; à peine de confiſcation des exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenants, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers audit Expoſant ou à celui qui aura droit de lui, & de tous dépens, dommages & intérêts. A la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impreſſion dudit Ouvrage ſera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en bon papier & beaux caracteres, conformément à la feuille imprimée, attachée pour modele ſous le contreſcel des Préſentes ; que l'Impétrant ſe conformera en tout aux Réglements de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725 ; qu'avant de l'expoſer en vente, le Manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Ouvrage, ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier Chancelier de France, le Sieur DE LAMOIGNON ; & qu'il en ſera enſuite remis deux exemplaires dans notre Bibliothéque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France, le Sieur FEYDEAU DE BROU : le tout à peine de nullité des Préſentes ; du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit

Expoſant & ſes ayans cauſe, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, ſoit tenue pour duement ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers-Secretaires, foi ſoit ajoutée comme à l'Original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant Clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires. CAR tel eſt notre plaiſir. Donné à Paris le cinquieme jour du mois d'Octobre l'an de grace mil ſept cent ſoixante-deux, & de notre Regne le quarante-huitieme. Par le Roi en ſon Conſeil.

Signé, LE BEGUE.

Regiſtré ſur le Regiſtre XV de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 385, folio 344, conformément au Réglement de 1723, qui fait défenſes, Article 41, à toutes perſonnes de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter & faire afficher aucuns Livres pour les vendre en leurs noms, ſoit qu'ils s'en diſent les Auteurs ou autrement, & à la charge de fournir à la ſuſdite Chambre, neuf Exemplaires preſcrits par l'article 108 du même Réglement. A Paris, ce 27 Octobre 1762.

Signé, LE BRETON, *Syndic.*

ESSAI

ESSAI
SUR
L'HORLOGERIE.

PREMIERE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

De la diviſion du Temps : Du Temps vrai, ou apparent : Du Temps moyen, ou uniforme.

1. L'HORLOGERIE eſt la ſcience de la meſure du Temps; les Pendules & les Montres ſont les machines dont on ſe ſert pour cette meſure. Il eſt donc à propos, avant que de paſſer au méchaniſme des ouvrages d'Horlogerie, de donner une notion de la maniere dont le Temps eſt naturellement diviſé.

2. Le mouvement du Soleil eſt celui dont on ſe ſert communément pour meſurer le Temps, parce que ce mouvement eſt celui que l'on obſerve le plus facilement; nous allons expliquer comment on diviſe le Temps des révolutions du Soleil.

DÉFINITION.

3. L'INSTANT où le Soleil eſt parvenu à ſa plus grande hauteur au-deſſus de l'horizon (par ſa révolution journaliere,) eſt celui que l'on appelle *Midi*. Le Temps qui s'écoule depuis le midi d'un jour au midi ſuivant, eſt ce que l'on appelle *Jour Aſtronomique* ([a]) ou *ſolaire*. On diviſe le jour en 24 parties égales appellées *Heures*.

4. On diviſe l'heure en 60 parties appellées *Minutes*: la minute eſt diviſée en 60 parties que l'on nomme *Secondes*. (Les Aſtronomes diviſent la ſeconde en 60 parties qu'ils appellent *Tierces*: celles-ci en *Quartes*, &c.) Un jour eſt donc de 1440 minutes ou de 86400 ſecondes: l'heure de 3600 ſecondes, &c.

5. Tous les jours de l'année ne ſont pas exactement de même durée; car le Soleil emploie tantôt quelques ſecondes de plus depuis le midi d'un jour au midi ſuivant, & tantôt quelques ſecondes de moins. Le mouvement du Soleil eſt donc inégal, ainſi qu'il eſt aiſé de s'en convaincre: car ſi l'on a une bonne Pendule à ſecondes dont le mouvement ſoit uniforme, & qui ſoit tellement réglée, qu'après avoir été miſe avec le Soleil un jour quelconque, elle marque tous les jours 24 heures, & qu'au bout d'un an à pareil jour le midi de la Pendule ſe rencontre avec celui du Soleil, dans cette ſuppoſition il arrivera que dans les autres jours de l'année la Pendule aura marqué midi, tantôt avant & tantôt après le midi au Soleil. Or puiſque le mouvement de la Pendule eſt ſuppoſé uniforme, il faut néceſſairement que la différence qui ſe trouve entre les deux midis ſoit cauſée par la variation du Soleil.

6. Si donc on a une Pendule telle que nous venons de le

---

[a] Dans l'uſage civil on compte un jour depuis minuit, ou douze heures de la nuit, juſqu'à minuit ſuivant.

ſuppoſer, & qu'on la mette le 23 Décembre au midi à l'inſtant que le Soleil le marque, on verra que, pendant le cours de l'année, les deux midis différeront entr'eux ſelon les quantités que nous allons rapporter.

7. Le lendemain 24 Décembre le midi au Soleil retardera de 30 ſecondes ſur celui de la Pendule, & cet écart ira toujours en augmentant juſqu'au 11 Février, jour auquel le midi du Soleil retardera de 14 minutes 39 ſecondes ſur celui de la Pendule; depuis le 11 Février ce retard ira en diminuant juſqu'au 14 Avril que le midi au Soleil commencera d'avancer & continuera juſqu'au 15 Mai, jour où l'accéleration ſera de 4 minutes une ſeconde. Le midi au Soleil ſe rapprochera inſenſiblement de celui de la Pendule; & le 15 Juin les deux midis ſeront de nouveau enſemble. Le 16 Juin le midi au Soleil commencera à retarder ſur le midi de la Pendule, & il continuera ainſi juſqu'au 25 Juillet que le midi au ſoleil ſera en retard de 6 minutes préciſes ſur celui de la Pendule: ce retard ira en diminuant juſqu'au 31 Août, jour où les deux midis ſeront d'accord. Enfin le 1 Septembre le midi au Soleil commencera d'avancer ſur celui de la Pendule; il continuera d'avancer de plus en plus juſqu'au 1 Novembre: il avancera ce jour de 16 minutes 10 ſecondes; dès-lors il commencera de ſe rapprocher, de ſorte que les deux midis ſeront de nouveau d'accord le 23 Décembre.

8. Les différences que l'on aura apperçues entre le midi au Soleil & celui de la Pendule, prouvent donc l'inégalité des jours & des heures qui ſont meſurées par le Soleil. C'eſt par cette raiſon que les Aſtronomes ont été obligés d'imaginer des jours tous égaux entr'eux, ou de 86400 ſecondes: ils ſont moyens proportionnels entre le plus long & le plus court des jours ſolaires inégaux; ils ſont chacun exactement la 365^e partie de la durée d'une année commune, au lieu que les jours ſolaires vrais, ſont tantôt d'un peu plus & tantôt d'un peu moins que cette 365^e partie. Enfin les heures ou les 24^e parties de ces jours, qu'on appelle *moyens*, ſont parfaitement égales entr'elles.

9. On appelle *Temps moyen* ou *égal* celui qui eſt ainſi réduit à l'égalité ; c'eſt le même qui eſt marqué par la Pendule comparée, comme nous venons de le dire.

10. Le Temps qui eſt marqué par les Méridiennes & par les Cadrans ſuppoſés bien conſtruits, eſt le Temps *vrai.* On l'appelle auſſi *apparent*, parce que c'eſt celui que le Soleil nous montre, en paroiſſant faire chaque jour un tour autour de la Terre, quoique ce ſoit réellement la terre qui, en tournant ſur ſon axe, préſente au Soleil ſucceſſivement tous les points de ſa ſurface.

11. On appelle *Equation du Temps* ou *des Horloges*, la différence qu'il y a entre le midi au Soleil & celui de la Pendule, c'eſt-à-dire, du temps vrai au temps moyen.

Nous allons expliquer d'après les Aſtronomes quelles ſont les cauſes de la variation du Soleil.

12. Le jour naturel ou ſolaire n'eſt pas proprement meſuré par une révolution entiere de la terre ſur ſon axe, mais par le temps qui s'écoule, tandis que le plan d'un Méridien ([a]) qui a paſſé ſous le Soleil, vient à y repaſſer une ſeconde fois par la révolution de la Terre. Or ſi la Terre n'avoit point d'autres mouvements que celui de ſa rotation autour de ſon axe, tous les jours ſeroient exactement égaux les uns aux autres & auroient tous pour meſure le temps de la révolution de l'Equateur terreſtre ([b]) ; mais cela n'eſt pas tout-à-fait ainſi. Car tandis que la Terre tourne autour de ſon axe, elle avance en même temps dans ſon orbite ([c]) ; de ſorte que quand un Méridien qui a paſſé par le centre du Soleil, a fait une révolution entiere, ce Méridien ne ſe retrouve pas préciſément dirigé au Soleil.

13. Soit (*Planche I, fig.* 1) *S* le Soleil ; & ſoit *AB* une portion de l'Ecliptique. Suppoſons que la ligne *MD* repréſente

---

[a] On entend par Méridien un Plan qui coupe la terre par ſes Poles, & qui continué, paſſe par le centre du Soleil lorſque cet aſtre eſt le plus élevé au-deſſus de l'horizon du lieu où l'on conçoit le Plan : chaque lieu de la Terre a ſon Méridien.

[b] L'Equateur eſt un grand cercle qui eſt égalenent éloigné des deux Poles de la Terre qu'il diviſe en deux parties égales, ſon plan eſt perpendiculaire à l'axe de la Terre.

[c] L'orbite de la Terre eſt le chemin qu'elle trace dans le Ciel en tournant autour du Soleil par ſa révolution annuelle. C'eſt la même choſe que l'Ecliptique.

un Méridien quelconque dont le Plan prolongé paſſe par le centre du Soleil lorſque la Terre eſt en *A*. Imaginons enſuite que la Terre avance dans ſon orbite, & qu'en faiſant une révolution autour de ſon axe elle arrive en *B*, le Méridien *MD* ſe trouvera dans une poſition *md* parallele à la premiere *MD*; par conſéquent le Méridien dans ce nouvel état ne paſſera pas par le centre du Soleil, & les peuples qui y ſont placés n'auront pas encore midi : il faut pour cela que le Méridien *dm* faſſe encore un mouvement angulaire, & décrive l'angle *dBf*, afin que ſon Plan puiſſe paſſer par le Soleil. Les jours ſolaires ſont donc plus longs que le temps d'une révolution de la Terre ſur ſon axe.

14. Cependant ſi les Plans de tous les Méridiens étoient perpendiculaires au Plan de l'orbite terreſtre, & ſi la Terre parcouroit ſon orbite avec un mouvement uniforme, l'angle *dBf* ſeroit égal à l'angle *BSA*, & les arcs *df* & *AB* ſeroient ſemblables; par conſéquent l'intervalle d'un midi à l'autre ſeroit toujours le même, puiſque l'arc *AB* & l'angle *Bdf* ſeroient toujours de la même quantité de degrés; tous les jours ſolaires ſeroient donc égaux, & le Temps moyen ſeroit le même que le Temps vrai.

15. Mais les choſes ſont bien autrement, car la Terre n'a point un mouvement uniforme dans ſon orbite; lorſqu'elle eſt plus diſtante du Soleil, elle décrit un plus petit arc, & lorſqu'elle en eſt plus près, elle décrit un plus grand arc ([a]) dans le même temps. D'ailleurs les plans des Méridiens ne ſont point perpendiculaires à l'Ecliptique, mais à l'Equateur; & cette ſeule raiſon, indépendamment de l'inégalité du mouvement de la Terre, doit rendre les jours inégaux; car l'Ecliptique fait avec l'Equateur un angle d'environ 23 degrés $\frac{1}{2}$. Or ſi on diviſe l'Ecliptique en pluſieurs arcs égaux qui repréſentent le chemin (ſuppoſé uniforme) du Soleil pendant chaque jour, & que par les poles du monde & par chacun des points de diviſion on faſſe paſſer les Méridiens céleſtes, les arcs de

---

[a] Cette inégalité du mouvement de la terre eſt cauſée par l'excentricité de l'orbite qu'elle décrit autour du Soleil.

l'Equateur compris entre les Méridiens ne ſeront point égaux entr'eux comme les arcs de l'Ecliptique ; par conſéquent la diſtance entre le moment où le Soleil paſſe par un Méridien & le moment du jour ſuivant où il retourne à ce même Méridien, ne ſera pas le même pour tous les jours de l'année.

16. Nous ſubſtituons ici au mouvement réel de la Terre le mouvement apparent du Soleil, qui produit le même effet, & qui rend la choſe un peu plus facile à entendre.

17. Ainſi en ſuppoſant même que le Soleil eût un mouvement uniforme dans l'Ecliptique, le temps qui coule uniformément ne pourroit être repréſenté par l'intervalle entre le midi d'un jour & le midi d'un autre. Or le Soleil ne ſe meut pas uniformément dans ſon orbite ; ainſi cette cauſe jointe à celle de l'inclinaiſon de l'Equateur, forme les inégalités que l'on remarque dans le mouvement du Soleil : ce ſont ces inégalités qui forment l'Equation du Temps.

18. Les Aſtronomes ont donc calculé des Tables d'Equations qui marquent pour tous les jours de l'année la différence du Temps vrai au Temps moyen. Elles ſont d'un grand uſage pour régler les Pendules & les Montres. On en trouvera à la fin de cet Ouvrage : la maniere de s'en ſervir eſt expliquée au Chapitre XX.

19. Je ne m'arrêterai pas à faire voir comment les Aſtronomes ont déterminé les écarts du Soleil, & calculé les Tables d'Equations ; cela n'entre pas dans le plan de mon Ouvrage : il ſuffit que l'on voye en gros l'origine de ces variations, & que l'on trouve le réſultat des Calculs des Aſtronomes. Au reſte ceux qui deſireront mieux connoître cette matiere, peuvent conſulter les *Inſtitutions Aſtronomiques de Keill*, traduites par M. le Monier, & l'Article *Equation du Temps* du ſeptieme volume de l'Encyclopédie. Cet article eſt de M. d'Alembert ; c'eſt d'après lui que j'ai expliqué les cauſes des variations du Soleil.

⁂

CHAPITRE II.

Deſcription d'une Machine propre à meſurer le Temps, avec les définitions des principaux termes de l'Horlogerie.

20. SI L'ON SUSPEND un corps quelconque *A* (*Pl. I. fig.* 2) à un fil; qu'on l'éloigne de la verticale *v*, qu'on l'amene quelque part en *x*, & qu'on l'abandonne enſuite à lui-même, l'action de la peſanteur ſur le corps le fera deſcendre en *v*, & par la vîteſſe acquiſe il remontera du côté oppoſé à la même hauteur dont il étoit deſcendu; enſuite il redeſcendra par ſa peſanteur, & continuera ainſi à ſe mouvoir de droite à gauche & de gauche à droite, par l'action de la peſanteur jointe à la qualité que tout corps a de ſe conſerver dans ſon état actuel, ſoit de repos, ſoit de mouvement.

21. On nomme *Pendule* un corps *A* ainſi ſuſpendu & diſpoſé à ſe mouvoir autour du point fixe du fil.

22. On nomme *Vibration* ou *Oſcillation*, le mouvement que fait le Pendule pour aller de droite à gauche, ou pour revenir de gauche à droite.

23. Un Pendule ainſi mis en mouvement, iroit perpétuellement de la même maniere, s'il n'étoit rallenti petit à petit par la réſiſtance de l'air, & par la roideur du fil au point de ſuſpenſion. Si donc on compte un certain nombre de vibrations ([a]), on pourra s'en ſervir pour meſurer le Temps;

---

[a] Nous ſuppoſons ici que l'on ne connoiſſe aucune machine qui puiſſe meſurer le Temps, & que l'on ignore quelle doit être la longueur d'un Pendule pour battre un nombre donné de vibrations en une heure. Or dans ce cas il faudroit effectivement compter les vibrations du Pendule, mais comme la théorie du Pendule eſt très-connue, on peut ſe diſpenſer d'une telle opération. Mon but étant principalement de faire concevoir l'effet des machines qui meſurent le Temps, en commençant par les notions les plus ſimples, j'ai pu faire cette ſuppoſition.

car s'il fait 100 vibrations par heure, il en fera 200 en deux heures, 2400 en 24 heures, & ainſi de ſuite : mais on voit que l'on ne pourroit connoître par ce moyen les parties du Temps, que dans le cas où on ſeroit toujours préſent pour compter les vibrations. D'ailleurs l'expérience qui nous a appris que le mouvement du Pendule diminue ſenſiblement, nous a fait connoître auſſi, que les vibrations ſe font en un moindre temps, à meſure qu'elles diminuent d'étendue, de ſorte que l'on ne meſureroit pas exactement le Temps en comptant des vibrations inégales ; ainſi la méthode de meſurer le Temps par le nombre des vibrations d'un Pendule ſeul, ſeroit très-incommode & peu exacte. Il faudroit donc appliquer près de ce Pendule une puiſſance qui lui reſtituât à chaque vibration la même quantité de mouvement qu'il perd, de maniere que les vibrations fuſſent toujours de même étendue, & ſe fiſſent par conſéquent dans le même temps. Enfin il faudroit ajouter près de ce Pendule des pieces qui communiquaſſent tellement avec lui, qu'elles fiſſent l'office de *Compteur*.

Nous allons faire voir comment on pourroit diſpoſer très-ſimplement une machine pour produire à la fois ces deux effets.

24. Suppoſons donc maintenant que l'on attache ſur une verge de fer *ab* (*Pl. I. fig.* 3) un corps *A*, & que la partie *B* de cette verge ſoit mobile ſur l'angle du couteau *C* autour duquel le corps *A* peut ſe mouvoir de même que s'il étoit ſuſpendu par un fil. Suppoſons de plus que l'on fixe en *B* une branche *B c d* qui porte les deux talons *c d*, & que l'on place près de cette branche du Pendule une roue *C* (dentée comme on le voit) qui puiſſe tourner ſur elle-même. Si dans cet état on ſuſpend un poids à un fil enveloppé ſur l'axe de la roue *C*, & qu'enfin cette roue communique tellement avec la piece *B c d*, qu'à chaque vibration du Pendule un des bras *d* ou *c* permette à une dent de la roue de s'échapper, celle-ci ſervira de *Compteur* ; car lorſque le Pendule monte en *z*, la branche *d* montera en *d* ; enſorte que la dent de la roue qu'elle retenoit s'échappera, la roue étant entraînée par l'action du poids, tandis que le bras *c* s'engagera dans l'intervalle d'une

dent

dent inférieure ; à chaque vibration, il n'échappera donc qu'une dent ; & lorſque le Pendule redeſcendra, la branche *d* s'engagera dans les dents de la roue, tandis que la branche *c* laiſſera échapper une dent, & ainſi de ſuite, à meſure que le Pendule fait ſes vibrations.

25. Or on peut ſe ſervir en même temps de l'action du poids ſur la roue, pour reſtituer au Pendule la force qu'il perd à chaque vibration : pour cet effet il faut former ſur les bras *d*, *c*, des plans inclinés ſur leſquels agiront alternativement les dents de la roue, en ſorte que chaque dent tende à écarter les bras *c* & *d* avant de s'échapper.

26. Enfin ſi l'on ſuppoſe que la roue *C* porte 60 dents, & que chaque vibration du Pendule ſe faſſe en une ſeconde, chaque révolution de la roue ſeroit de 120 vibrations du Pendule ; car lorſqu'une dent *c* a communiqué ſa force au bras *c*, elle s'échappe, & elle continue à tourner à meſure que les autres dents agiſſent ſucceſſivement ſur chaque bras ; & lorſque cette dent *c* eſt parvenue en *d*, elle agit ſur le bras *d* ; le Pendule fait ſa vibration, elle s'échappe ; & continuant de tourner, elle va de nouveau agir en *c*, en ſorte qu'à chaque tour de la roue, la même dent agit deux fois ſur le Pendule. Or chaque dent de la roue produit le même effet ; le Pendule fait donc un nombre de vibrations double du nombre des dents de la roue : mais nous avons ſuppoſé que la roue a 60 dents ; le Pendule fait donc 120 vibrations pendant que la roue fait un tour. D'ailleurs chaque vibration étant d'une ſeconde, la roue reſte 120 ſecondes ou deux minutes à faire une révolution.

27. Si donc on place ſur l'axe prolongé de cette roue une *aiguille* ou index *m*, qui tourne en même temps que la roue, & que l'on diviſe un cercle ou cadran *R* en 120 parties, cette aiguille marquera les ſecondes par ſon paſſage ſur chaque diviſion, & la révolution de l'aiguille indiquera qu'il s'eſt écoulé deux minutes. On auroit donc une machine qui entretiendroit le mouvement du Pendule, & qui ſerviroit de Compteur. Mais comme la vîteſſe des révolutions de la roue exige

roit que l'on renveloppât fort ſouvent le fil ſur ſon axe, & qu'ainſi l'on ne pourroit connoître les parties du temps que de deux en deux minutes, à moins que l'on ne fût toujours préſent pour compter le nombre des révolutions de la roue, il faudra donc ajouter quelques autres pieces pour éviter cet embarras [a].

28. On pourra donc ajouter une roue *D* qu'un poids tende à faire tourner, & dont les dents par conſéquent agiront ſur les dents d'une petite roue *e* que l'on fixera ſur l'axe de la roue *C* : ſi on ſuppoſe que cette roue *D* porte 108 dents, qui eſt un nombre aſſez grand, & la petite roue *e* ſix dents, alors la roue *D* employera dix-huit fois plus de temps à faire un tour que la roue *C*; car chaque dent de la roue *D* fera avancer une dent de la petite roue *e* : ainſi, lorſqu'elle aura avancé de ſix dents, la petite roue *e* aura auſſi avancé de ſes ſix dents, & par conſéquent elle aura fait un tour, auſſi bien que la roue *C* à laquelle elle eſt fixée; & ainſi lorſque la roue *D* aura fait un tour, la roue *C* en aura fait 18, nombre qui exprime combien de fois *6*, nombre des dents de la roue *e*, eſt contenu dans 108 nombre des dents de la roue *D*; mais la roue *C* reſte deux minutes à faire un tour, la roue *D* reſte donc 18 fois 2 minutes à faire une révolution, c'eſt-à-dire, *36* minutes.

29. On appelle *Pignons* les petites roues dont les dents engrennent dans celles d'une plus grande roue. Le pignon appartient à la roue ſur l'axe de laquelle il eſt fixé. Ainſi la roue *e* s'appelle *le pignon de la roue* C.

30. L'addition de la roue *D* n'étant pas ſuffiſante pour avoir une révolution aſſez lente pour marquer les heures, & d'ailleurs cette roue *D* tournant en ſens contraire de la roue *C*, on ajoutera encore une roue *E* qui ait 120 dents, laquelle engrénera dans les dents d'un pignon *f*, que l'on fixera ſur l'axe de la roue *D* : ce pignon *f* aura *6* dents; ainſi, ſelon ce que nous avons dit, il fera 20 révolutions pour une

---

[a] Il ſeroit bien poſſible de faire la roue C, de maniere qu'elle fît un tour par heure, mais ce moyen ſeroit très-défectueux; car cette roue qui devroit avoir 1800 dents, deviendroit fort grande & peſante.

de la roue *E*. Or la roue *D* reſte 36 minutes à faire une révolution; la roue *E* reſtera vingt fois 36 minutes, ou 720 minutes, (qui ſont 12 heures,) à en faire une. Faiſant donc porter par l'axe prolongé de cette roue *E* une aiguille *S*, & en traçant ſur la plaque *GG*, autour de l'axe des cercles concentriques dont l'un ſoit diviſé en 720 parties partagées de 60 en 60, & l'autre en 12 parties, le paſſage de l'aiguille ſur les diviſions du premier, indiquera les minutes, & ſon paſſage ſur les diviſions du ſecond indiquera les heures.

31. Enfin en adaptant ſur l'axe de la roue *E*, une poulie *H*, dont le fond ſoit hériſſé de pointes pour arrêter la corde *I*, qui eſt enveloppée ſur cette poulie, l'action du poids *P* ſur cette corde, entraînera la poulie [a], & par conſéquent la roue *E*; celle-ci communiquera à la petite roue *f* ſa force qui ſera tranſmiſe par le moyen des autres roues *D*, *e*, *C*, juſqu'au Pendule, en ſorte que le Pendule une fois mis en mouvement, continuera à ſe mouvoir, & que les roues marqueront, par leurs révolutions, les parties du temps diviſé par le Pendule.

32. L'on aura donc par ce moyen une machine propre à meſurer le temps, & qui pourra marquer les heures, les minutes & même les ſecondes.

33. Une telle machine ſera donc une des plus ſimples que l'on puiſſe exécuter pour produire un tel effet, & la juſteſſe de ſon mouvement ſera très-grande. Car c'eſt une propriété du Pendule que ſes vibrations de même étendue ſont toujours de la même durée ; or l'action du poids *P* eſt conſtamment la même, ſoit qu'il agiſſe lorſqu'il eſt monté juſqu'à la poulie, ou lorſqu'il eſt à 10 ou 20 pieds au-deſſous ; ſa peſanteur eſt toujours la même ; il imprime donc la même force aux roues, quelle que ſoit ſa ſituation ; il ne peut y avoir de différence que le poids de la corde, laquelle étant plus longue à meſure que le poids deſcend, augmente la peſanteur du poids ; mais cette différence eſt ſi petite, qu'on ne doit pas en tenir compte:

---

[a] Car ce poids *P* n'eſt retenu que par le contre-poids *p* qui eſt beaucoup plus léger, & ſeulement capable d'obliger la corde de s'enfoncer dans les pointes de la poulie.

ainſi la roue *C* tranſmettra toujours ſenſiblement la même force ; le Pendule décrira les mêmes arcs ; ſes vibrations ſeront donc de la même durée, &c.

34. Lorſque ce poids ſera entiérement deſcendu, afin de le remonter facilement, on conſtruira la poulie *H* de cette maniere : On attachera ſur la roue *E* une piece *K* appellée *Cliquet*, avec une vis ſur l'axe de laquelle il puiſſe tourner. On fixera à côté de la poulie & ſur ſon axe une roue *L* dentée comme on le voit dans la figure. (Une roue taillée de cette ſorte s'appelle un *Rochet*). L'on attachera auſſi ſur la roue *E* un reſſort *M* qui, s'appuyant ſur le cliquet *K*, l'obligera de s'engager en dedans des dents du rochet *L*, toutes les fois qu'en tournant elles s'échapperont de deſſous le cliquet. (Ce méchaniſme s'appelle *Encliquetage.*) Lors donc que l'on voudra remonter le poids *P*, on tirera en en-bas le contre-poids *p* dont la corde obligera la poulie de rétrograder, ce que le cliquet *K* lui permettra de faire ; car les côtés inclinés des dents du rochet *L* écarteront ſucceſſivement le cliquet *K* que l'action du reſſort *M* fera toujours retomber dans l'entre-deux ; & dès qu'on ceſſera de remonter le poids *P*, ſa peſanteur entraînera la poulie *H* ; mais les côtés droits des dents du rochet *L* arcbouteront contre le cliquet *K*, ainſi la poulie ne pourra tourner ſans entraîner avec elle la roue *E*.

35. Ayant ainſi déterminé la diſpoſition de cette machine, on fixera ſur la plaque *N O* le couteau qui doit porter le Pendule. Cette plaque pourra s'attacher contre un mur avec deux clous. On élevera à la diſtance d'environ deux pouces, la plaque ou cadran *G G*, au moyen des *piliers Q Q*, &c. ces deux plaques *N O*, *G G*, paralleles entr'elles, formeront ce qu'on appelle la *Cage*, dans laquelle on placera les roues *D*, *E*, *C*, & leurs pignons. Les axes de ces roues ſeront terminés par de plus petits axes qu'on appelle *Pivots*, leſquels entreront dans des trous faits aux deux plaques, en ſorte que les roues tourneront librement ſur elles-mêmes par le moyen de ces pivots.

Définitions ou Explications des termes & des noms des principales pieces d'une Machine propre à meſurer le Temps.

36. LE Pendule *A B* dont le mouvement regle la marche des roues, s'appelle le *Régulateur*, parce que l'égalité de la durée de ſes vibrations réduit à un mouvement uniforme celui des roues que le poids moteur tend à rendre accéléré.

37. On appelle *vibrations* ou *oſcillations iſochrones*, celles qui ſont d'une égale durée de temps. Elles ſont alors de même étendue (33).

38. On appelle *Echappement* l'effet compoſé de la roue *C* ſur les bras *c,d,* pour imprimer au Pendule la force requiſe pour l'entretenir en mouvement, & de l'action réciproque des bras *a, b* ſur les dents de la roue qui ne peuvent échapper que par les vibrations du Pendule (24).

39. La roue *C* s'appelle *Roue d'échappement* ou *Rochet d'échappement.* La piece *Bcd* s'appelle *Ancre* ou *Piece d'échappement.*

40. On nomme *Engrenage* l'action d'une roue ſur un pignon pour le faire tourner. Les pignons ſont ordinairement conſtruits en acier, & les roues en cuivre.

41. On nomme *Rouage*, un aſſemblage de roues & de pignons pour produire un certain mouvement. Telles ſont les roues *E*, *D*, *C*, & leurs pignons *e*, *f*.

42. On appelle le *Moteur* un *Agent* quelconque, tel qu'un poids *P*, ou un reſſort bandé, qui donne le mouvement à une machine.

43. Enfin une machine ſemblable à celle que nous venons de décrire, s'appelle une *Pendule* ou une *Horloge.*

44. On donne communément le nom d'*Horloge* aux Pendules qui ſont placées dans les clochers & châteaux. Cependant nous employerons préférablement le mot *Horloge*, ſur-tout lorſque nous aurons à parler du Pendule régulateur; afin que l'on ne confonde pas cette partie de la machine avec la machine même.

45. Pour que le corps *A* éprouve une moindre réſiſtance dans l'air, on le fait très-peſant, & on lui donne une forme *lenticulaire*. C'eſt par cette raiſon que l'on nomme *lentille* ce corps *A* : nous verrons dans la ſeconde Partie de cet Ouvrage tout ce qui concerne le régulateur d'une Horloge, & comment il doit être diſpoſé pour agir le plus avantageuſement.

46. Il nous reſte à faire obſerver que, pour ſavoir le temps qu'une telle machine peut marcher ſans être remontée, il faut meſurer la hauteur dont ce poids peut deſcendre, & la circonférence de la poulie. Je ſuppoſe donc que cette hauteur eſt de 6 pieds, & la circonférence de l'intérieur du canal de la poulie de trois pouces. A chaque tour de la poulie, le poids deſcendra d'une quantité égale à ſa circonférence ; ainſi le nombre de tours que la poulie fera, dépend du nombre de fois dont ſa circonférence eſt contenue dans la longueur de la deſcente du poids : dans cet exemple, c'eſt ſoixante-douze pouces qui contiennent trois pouces 24 fois. La poulie & la roue *E* feront donc 24 tours, pendant que le poids deſcendra : or chaque tour de la roue *E* ſe fait en 12 heures ; cette machine ira donc pendant 12 jours ſans être remontée.

47. Pour prolonger le temps de ſa marche, on pourra ajouter encore une roue ſur laquelle on adaptera l'encliquetage qui eſt ſur la roue *E* : on lui ſubſtituera un pignon que l'on fixera ſur l'axe de cette roue, pour s'engrener dans la roue ajoutée ; & ſelon que celle-ci aura un plus grand nombre de dents par rapport à celles du pignon, la durée du mouvement de la machine ſera augmentée.

48. On peut encore allonger le temps de la marche d'une Horloge, en fixant une poulie *A* (*figure* 4) ſur la premiere roue, & plaçant la poulie *H* & l'encliquetage derriere la plaque *GG* ; & faiſant paſſer la corde par les poulies *B*, *C*, dont l'une *C* portera le poids *P*, & l'autre *B* le contre-poids *p*, les deux bouts de la corde devront être joints, & de maniere à pouvoir paſſer alternativement ſur les quatre poulies *A*, *B*, *C*, *H* ; de cette maniere on double la longueur de la corde, & par conſéquent le temps de la marche de l'Horloge, ſans être

obligé de la placer plus haut ; mais auſſi il faut doubler la peſanteur du poids *P*, parce que la poulie *H* qui ne contribue en rien au mouvement de l'Horloge, ſupporte la moitié du poids *P*, de ſorte qu'il n'y a que l'autre moitié qui faſſe l'office de moteur.

REMARQUE I.

49. DANS le deſſein de la machine que nous avons décrite, nous avons placé le Pendule à côté du rouage, afin d'en faire mieux voir tout le méchaniſme. On le place ordinairement derriere le rouage, quoique cela ſoit d'ailleurs aſſez indifférent.

50. Si l'on exécutoit la machine telle que nous venons de la décrire, elle auroit, quoique l'une des plus ſimples que l'on puiſſe employer pour la meſure du temps, quelques défauts que l'on a ſoin d'éviter dans les conſtructions que l'on met communément en uſage : le premier, c'eſt que l'aiguille des ſecondes faiſant un tour en deux minutes, les diviſions du cadran ſeroient trop petites, ou le cadran devroit être fort grand. Dans les Horloges ordinaires, on fait faire un tour par minute à cette aiguille.

51. Le ſecond, c'eſt que le cadran *GG* qui marque les heures en même temps que les minutes, devroit être très-grand, pour que les diviſions des minutes puſſent être apperçues ; or dans ce cas, il ſeroit incommode à placer : on employe donc communément une aiguille particuliere pour marquer les minutes. Cette aiguille fait un tour en une heure, en ſorte que l'aiguille qui, dans la machine que nous venons de décrire, fait un tour en douze heures, & marque en même temps les minutes, ne ſert, dans les Pendules ordinaires, qu'à marquer les heures.

52. Un troiſieme défaut, c'eſt qu'une telle machine iroit trop peu de temps ſans être remontée, à moins qu'on ne la ſuſpendît de maniere que le poids eût une fort grande deſcente.

53. Ces défauts ſont une ſuite du trop petit nombre de roues que nous avons employées. Car dans les Pendules à ſecondes ordinaires, il y a huit roues, lorſque l'aiguille des ſecondes n'eſt pas concentrique avec celles des heures, & des minutes; & neuf, lorſque les aiguilles des heures, des minutes & des ſecondes ont le même centre de mouvement.

54. Nous n'avons préſenté d'abord ce méchaniſme que pour faire voir ſous un ſeul aſpect les pieces requiſes pour meſurer le Temps, & pour faire ſentir la néceſſité qu'il y a ſouvent de donner aux pieces d'une machine, une diſpoſition différente de celle qu'elle doit avoir dans ſon état le plus ſimple; ce qui juſtifie la diſpoſition actuelle des Pendules, telles qu'elles ſont faites communément, & qui prouve qu'une bonne machine étant compoſée d'un certain nombre de pieces, on ne peut ſouvent les réduire ſans en augmenter les défauts.

55. Il nous reſte à obſerver que pour que la machine que nous avons décrite, produiſe ſon effet, il faut néceſſairement ſuppoſer que la plaque *N O* ſur laquelle le couteau qui ſupporte le Pendule eſt attaché, ſoit rendue fixe & invariable contre quelque point inébranlable comme un mur: car le moindre mouvement qu'il pourroit prendre de gauche à droite ou de droite à gauche, dérangeroit la vibration du Pendule, & même arrêteroit ſon mouvement, par l'engrénement trop conſidérable qui ſe feroit de l'un ou l'autre bras de la piece d'échappement avec les dents de la roue *C*, dont la force ne feroit plus alors ſuffiſante pour l'en écarter; ceci ſert à montrer que le Pendule ne peut ſervir de régulateur dans une machine ſujette aux mouvements; il ne peut donc pas s'appliquer aux machines portatives, comme ſont les montres. Nous dirons dans la ſuite quel eſt le régulateur qu'on lui a ſubſtitué.

56. Si le Pendule ne peut ſervir de régulateur à une machine portative, un poids ne peut, par la même raiſon, agir uniformément ſur des roues que dans le cas où on ſuppoſe la machine fixe ou tranſportée toujours uniformément dans la même ligne droite, ou dans un même plan horizontal; car tout

autre

autre mouvement imprimé au corps de la machine, tantôt augmenteroit, tantôt diminueroit, ou même détruiroit l'action du poids, ſelon que ce mouvement ſe feroit de bas en haut, ou de haut en bas, & ſelon les inégalités des différents degrés de vîteſſe.

Nous dirons ci-après comment on a appliqué un moteur qui agit dans quelque ſens que l'on poſe la machine.

REMARQUE II.

57. On voit, par la nature de la machine, qu'à la fin de chaque vibration, le poids ou moteur eſt deſcendu d'une très-petite quantité, & qu'il s'arrête un inſtant; on voit auſſi que les aiguilles tournent par petits ſauts. On peut donc dire (en ne conſidérant que les inſtants de chaque vibration) que ni l'un ni l'autre mouvement n'eſt uniforme, puiſqu'ils ont des inſtants de repos; mais cela ne fait rien à la juſteſſe de la marche de la machine, parce que les vibrations du Pendule qui ont la même étendue, ſont toujours iſochrones ou d'égales durées.

58. On peut encore obſerver que le Pendule ne parcourt pas toutes les parties de l'arc qu'il décrit avec la même vîteſſe; il ſuit en cela les loix des corps qui deſcendent & remontent ſur des plans inclinés; car il arrive que, lorſque le Pendule deſcend, il ſe meut d'abord avec peu de viteſſe; mais elle s'accélere inſenſiblement, de ſorte que la lentille étant arrivée dans la verticale, elle a acquis ſa plus grande vîteſſe; & lorſqu'elle remonte pour faire l'autre moitié de la vibration, elle diminue de vîteſſe par les mêmes degrés, ſelon leſquelles elle l'avoit acquiſe, de ſorte que lorſque l'action de la peſanteur a détruit entiérement cette vîteſſe, le Pendule commence à redeſcendre d'un mouvement accéléré, & ainſi de ſuite: or, il ſuit de-là que ſi les arcs parcourus par le Pendule, ſont tous de même grandeur, il faudra autant de temps à la peſanteur pour détruire la vîteſſe acquiſe par la chûte du Pendule, qu'il en a été employé à la lui faire acquérir; donc les temps des vibrations ſeront les mêmes ou iſochrones.

Paſſons maintenant à la maniere dont on conſtruit les Pendules ordinaires.

CHAPITRE III.

Deſcription d'une Pendule à ſecondes & à ſonnerie.

PLANCHE II. fig. 2.

59. Les roues *A*, *B*, *C*, *D*, *E* ſont celles du mouvement ou qui ſervent à meſurer le temps. Sur l'axe de la roue *A* eſt fixé un cylindre [a] *L L*, ſur lequel s'enveloppe la corde qui porte le moteur. *Pl. III. fig.* 1. repréſente le profil du cylindre, & on voit le poids ſuſpendu à la corde qui s'enveloppe ſur le tambour *L L*. Ce cylindre & ſon axe ſont concentriques à la roue *A*, & peuvent tourner ſéparément de cette roue d'un côté ſeulement; c'eſt pour remonter le poids ou moteur, ſans faire rétrograder les roues : c'eſt l'effet de l'encliquetage que nous avons expliqué ci-devant (35), ce qui ſe fait ici de la maniere ſuivante.

60. Sur l'axe ou arbre ſur lequel le cylindre eſt fixé, eſt

---

[a] On ſe ſert d'un cylindre préférablement à une poulie, par la raiſon que l'on eſt aſſuré que le poids agit toujours avec la même puiſſance ſur le rouage; au lieu qu'avec une poulie la corde peut s'enfoncer plus ou moins ſur les pointes, ce qui augmenteroit ou diminueroit l'action du poids : d'ailleurs avec une poulie, il faut ſe ſervir de cordes de ſoie, qui doivent être pénétrées par les pointes de la poulie. Ces pointes déchirent la corde, & cauſent un duvet qui peut faire arrêter ou varier la Pendule. On employe donc avec un cylindre une corde à boyau, dont un bout s'attache au cylindre, & l'autre porte le poids. Une telle corde dure très-long-temps, & ne cauſe aucun inconvénient; mais il eſt bon de prévenir ici une objection que des gens peu inſtruits font aſſez ſouvent. Une corde à boyau (diſent-ils) s'allonge par la ſécheresse, & s'accourcit par l'humidité, cela ne doit-il pas changer la juſteſſe de la machine? Il eſt aiſé de le déſabuſer, car nous avons fait voir page (33) que ſoit que le poids agiſſe lorſqu'il eſt remonté au haut, ou qu'il eſt deſcendu au bas de ſa chûte, ſon action eſt toujours la même; or, par une ſuite du même raiſonnement, l'effet de la ſéchereſſe ſe bornera à faire deſcendre le poids un peu plus bas, ce qui ne change en rien ſon action.

auſſi attaché le rochet *R* (*Pl. II*, *fig.* 2.) ſur lequel agit le cliquet *o* porté par la roue *A*, ainſi que le petit reſſort *r* qui preſſe continuellement ce cliquet contre le rochet *R*. Lorſqu'on fait tourner le cylindre *L* & ſon rochet de maniere à remonter le poids *P*, les plans inclinés des dents du rochet, éloignent le cliquet *o* qui pour lors obéit & s'éloigne du centre *R*; mais lorſqu'on tourne du ſens contraire, les parties droites de ces dents arcboutent contre le bout du cliquet; ainſi le cylindre *L* ne peut tourner ſans faire auſſi tourner la roue *A*; lors donc qu'on a remonté le poids, & qu'on ceſſe de le ſuſpendre, il agit ſur le cylindre qui porte le rochet *R*, & fait tourner la roue *A*, ainſi que je viens de le dire.

61. La roue *A* a 84 dents; elle engrene dans le pignon *a* de 12 dents, qui porte la roue *B*; celle-ci a 80 dents & engrene dans le pignon *b* de 10 dents, ſur lequel eſt fixée la roue *C* qui a 80 dents; celle-ci engrene dans un pignon *c* de 10 dents; ce pignon porte la roue *D* qui a 75 dents; celle-ci engrene dans le pignon *d* de dix dents; ſur ce pignon eſt fixé le *rochet* ou roue *E* d'échappement, laquelle fait un tour en une minute.

62. Les pivots des roues *A*, *B*, *C*, *D*, *E* entrent & roulent dans les trous de la cage *X z N N* repréſentée *Pl. III*, *fig.* 1. On voit ces roues en profil. *I* eſt le bout du pivot de la roue *E* d'échappement, c'eſt ce pivot prolongé qui porte l'aiguille des ſecondes.

63. Le pignon *c* de la roue *D* eſt aſſez long pour paſſer au travers de la platine *Xz* (qu'on appelle la *Platine des piliers*) pour pouvoir engrener dans la roue *M* vue en perſpective (*fig.* 2.) Le pivot de ce pignon entre dans le petit pont *P* qui tient lieu de platine. Ce pignon *c* engrene donc dans deux roues, dans celle *C* qui le mene, & dans celle *M* qu'il fait mouvoir; cette roue *M* a 80 dents & le pignon *c* 10: ce pignon fait donc huit tours, tandis que la roue *M* en fait un. Mais la roue *D* qui porte le pignon *c*, a 75, & le pignon *d* 10: elle fait donc faire 7 $\frac{1}{2}$ (28) à ce pignon; or ce pignon fait un tour par minute. La roue *D* fait donc ſon tour en 7 minutes $\frac{1}{2}$: le pignon *c*, & par conſéquent la roue *D* fait 8 tours pour

un de celle *M*; ſi donc on multiplie ces 8 tours par $7\frac{1}{2}$, on trouve que la roue *E* fait 60 tours pendant que la roue *M* en fait un, lequel s'acheve par conſéquent en une heure.

64. La roue *M* (*fig.* 2.) ſe place à frottement ſous la roue *m*; celle-ci eſt rivée ſur un canon *n o* qui ſert à porter l'aiguille des *minutes*: le trou de ce canon *n o* entre librement ſur le canon *u* du pont *P* (*fig.* 2). Ce pont s'attache à la platine *X z* (*fig.* 1) au moyen de trois vis. Il eſt percé d'un trou propre à laiſſer paſſer librement le pivot prolongé *I* de la roue d'échappement: de cette maniere les roues *M* & *m* (*fig.* 2.) ont le même centre de mouvement que la roue d'échappement; c'eſt ce qui rend les aiguilles concentriques: ces roues ainſi placées ſur le pont & ſur la platine *Xz*, la roue *m* engrene alors dans la roue *n* de *renvoi* qui a même diametre & même nombre que la roue *m*, & fait par conſéquent auſſi un tour par heure: ſur cette roue *n* eſt fixé le pignon *b* qui tourne dans la petite cage formée par la platine & le pont *K*. Ce pignon *b* a ſix dents; il engrene dans la roue *G* de *cadran*; celle-ci à 72 dents; le pignon fait donc douze tours pour un de cette roue qui par conſéquent reſte douze heures à faire un tour: le canon ſur lequel elle eſt rivée, porte l'aiguille des heures.

65. La partie *n* du canon *o n* (*fig.* 2) entre juſte dans le trou de la roue *M*, & ces deux roues *M*, *m* peuvent tourner ſéparément, elles ſont retenues & preſſées l'une contre l'autre par la *clavette c*, dont le trou alongé entre dans l'entaille faite au canon. Cette clavette fait faire par ſa preſſion un frottement aux roues *M*, *m*, en ſorte qu'elles ne tournent ſéparément que lorſqu'on tourne avec la main l'aiguille des minutes, laquelle s'ajuſte ſur le canon *o*. On voit que ſi la roue *M* eût été fixée ſur ce canon, on n'auroit pas pu remettre l'aiguille des minutes à l'heure, ſans faire tourner le pignon *c* & tout le rouage, ce qui n'auroit pu ſe faire; d'ailleurs par le moyen de ce frottement, lorſqu'on tourne l'aiguille, la roue *m* fait tourner auſſi la roue de renvoi, & celle-ci la roue de cadran, ainſi que ſon aiguille, laquelle avance à proportion du chemin que fait l'aiguille des minutes.

66. *Z m* (*figure* 1) repréſente le pont ſur lequel le canon de la roue de cadran roule. Ce pont ſert à retenir la roue des minutes, & à l'empêcher de s'éloigner de la platine, ce qui ſe fait au moyen de l'aſſiette de la roue *m*, laquelle touche deſſous ce pont.

67. On appelle *Roues de Cadran* les roues ſituées en dehors de la platine des piliers *Xz*. On leur donne ce nom, parce que le cadran eſt placé au-deſſus de ces roues parallelement à la platine *Xz*.

68. La figure premiere de la ſeconde Planche, fait voir en plan la diſpoſition des roues de cadran, & du reſte de la *Quadrature*; c'eſt ainſi qu'on appelle l'aſſemblage des pieces qui ſont placées entre le cadran & le mouvement qui forme le corps de l'Horloge.

69. (Planche II, figure 2), *Hy x* repréſente *l'ancre* ou *piece d'échappement*, ſur laquelle les dents de la roue d'échappement *E* agiſſent, comme nous l'avons expliqué (art. 24.) Cette piece *H* (*Pl. III*, *figure* 1 *&* 3.) entre à force ſur un quarré fait à la tige *T*. Un des pivots de cette tige entre dans le trou de la vis *V* attachée à la platine *Xz* : le trou pratiqué dans cette vis pour recevoir le pivot, n'eſt point au centre de *V*, ce qui ſert à faciliter l'exécution de l'échappement, en rapprochant ou écartant du centre de la roue d'échappement celui de l'ancre. L'autre pivot entre dans un trou fait au coq *I Y*; on fixe ce coq ſur la platine *N N* par deux fortes vis; ſur cette tige *T* eſt encore fixée la fourchette *F* qui ſert à communiquer au Pendule *W* [a] (dont on ne voit ici qu'une partie de la verge) la force du rouage dont ce Pendule regle le mouvement. La partie *W* de la verge s'attache à la piece de ſuſpenſion *S*, au moyen d'une cheville qui ſuſpend la verge & ſa lentille. La piece de ſuſpenſion *S* (*fig.* 4) eſt formée par deux lames de reſſorts très-minces & déliées qui

---

[a] Pour que le Pendule batte les ſecondes, il faut que du point *S* de ſuſpenſion au centre de la lentille, il y ait 3 pieds 8 lignes $\frac{57}{300}$, ſi on ſuppoſe la verge ſans peſanteur & la lentille très-petite; mais comme cela n'eſt pas, il faut qu'il y ait environ 3 pieds un pouce de diſtance du centre de la lentille à celui de ſuſpenſion.

ſont priſes entre 4 plaques 1, 2, attachées par des vis. A chaque bout des reſſorts ſont fixées par des chevilles les pieces *r, s, t, u.*

70. La piece *S* entre dans une fente *l* faite au coq *IY*, (*fig.* 3;) une vis ſert à l'y attacher en la ſerrant, lorſque le le Pendule a pris ſon à plomb; alors la piece *S* ne peut plus tourner, & les lames de reſſorts agiſſent ſuivant que le Pendules les y oblige.

71. (*Pl. II, fig.* 2) Pendant qu'on remonte le poids *P*; la main le ſoutient de maniere qu'il n'agit plus ſur le rouage, qui ceſſeroit de ſe mouvoir ſans la piece *Æ G*, laquelle porte une cheville *Æ*, qui paſſe dans une entaille faite au cadran. Voici l'effet de cette piece; avant de remonter le mouvement, on fait monter cette cheville dans ſon entaille, ce qui tend en même temps le reſſort *z*, & fait engager le bras *g* dans les dents de la roue *D*; ainſi ce bras entraîné par le reſſort *z*, fait tourner la roue pendant tout le temps qu'on remonte le poids.

REMARQUE.

72. Lorſque l'on ne place pas l'aiguille des ſecondes au centre du cadran, mais qu'on lui donne un cadran particulier, la diſpoſition des roues de cadrans en devient beaucoup plus ſimple: voici une idée de l'arrangement que l'on donne à la piece.

73. On place les roues *C, D, E* (*Pl. II, fig.* 2) ſur une même ligne, comme cela ſe voit (*Pl. V, fig. I*) la roue *D* eſt celle des minutes, c'eſt-à-dire qui fait un tour par heure; celle-ci repréſentée dans la figure 4, porte un pivot prolongé au-delà de la platine des piliers. Ce pivot entre à frottement dans le canon (*fig.* 5) ſur le bout *a* duquel s'ajuſte l'aiguille des minutes: ſur le bout inférieur eſt rivée la roue *m* vue en plan (*fig.* 3): celle-ci engrene dans la roue de renvoi *S*, dont le pignon conduit la roue de cadran *C*, vue en perſpective (*fig.* 7): le canon de cette roue roule ſur le canon du pont *a b.* Le canon de la roue *C* porte l'aiguille des heures.

74. Les roues *C*, *D*, *E*, (*Pl. I. fig.* 1.) indiquent aſſez bien la diſpoſition des ſecondes excentriques; à cela près que la roue *C* doit faire un tour par minute; & celle *E* en une heure.

75. On ſupprime donc par cette diſpoſition la roue *M* (*Pl. III*, *fig.* 1 & 2;) la clavette *c*, le pont *P u*; & le pignon *c* (*fig.* 1) ne devant plus paſſer à la cadrature, le petit pont *P* devient auſſi inutile.

76. Le cadran des ſecondes placé de la ſorte, n'apporte à l'Horloge que les changemens que nous venons d'indiquer; car d'ailleurs la diſpoſition de l'échappement & des premieres roues reſte la même.

77. La figure 7, Planche III, repréſente une piece que je ſubſtitue à la fourchette *E*, afin de pouvoir, par ce moyen, mettre facilement la Pendule d'échappement.

78. Le bout prolongé *C* doit porter un canon qui entre à frottement ſur la tige *T* (*fig.* 3.) La tige *B* (*fig.* 7) vue de profil (*fig.* 8,) entre dans une fente faite à la verge du Pendule pour lui communiquer la force tranſmiſe par l'échappement. Cette tige *B* porte une *aſſiette c* qui s'applique ſur la plaque (*fig.* 9,) de ſorte que le bout prolongé *b* de la tige *B*, entre dans l'entaille *b* de la piece *C b* : le trou de la plaque *D* entre ſur la broche *b*; celle-ci eſt percée d'un trou, dans lequel on fait entrer une goupille ou cheville qui ſert à aſſembler ces trois pieces, de maniere que la tige *B* puiſſe ſimplement ſe mouvoir à frottement le long de l'ouverture *b* (*fig.* 9). On fait ainſi mouvoir cette tige au moyen de la vis de rappel *A* qui entre à vis dans le *piton a*, & dont le bout ſe termine par un pivot qui entre dans un trou fait à la tige *b*, après laquelle il eſt retenu par la petite virole *d*, & par une goupille qui traverſe le pivot de la vis *A*: ainſi en tournant cette vis de côté ou d'autre, on fait aller ou revenir la tige *B* : or, cette tige étant entrée dans la fente faite à la verge du Pendule, elle reſtera immobile, tandis que le bout *C* ſe mouvra ſelon que l'on tournera la vis de rappel : c'eſt ce mouvement de la fourchette qui fera engrener plus ou moins l'ancre *H* d'échappement de l'un ou l'autre côté de la roue *E*, c'eſt-à-dire, qui aidera à

mettre la piece d'échappement ; en ſorte qu'à chaque vibration du Pendule, les bras de l'ancre s'engagent également dans les dents de la roue.

Deſcription de la Sonnerie,

PLANCHE II, fig. 2.

79. *T, V, X, Y, Z, u,* ſont les roues de la ſonnerie, laquelle eſt ſuppoſée miſe en action par un reſſort plié en ſpirale ſemblable à celui *fig. 5 de la Pl. VII* ; ce reſſort eſt placé dans l'intérieur d'une eſpece de tambour fixé avec la roue *T*; le bout extérieur de ce reſſort s'accroche à la circonférence intérieure du tambour ; le tambour ne forme qu'une même piece avec la roue *T* ; cet aſſemblage s'appelle le *Barillet*. Le barillet porte un couvercle qui ſert à renfermer le reſſort ; ce couvercle & la roue ſont percés de chacun un trou concentrique qui roule fort juſte ſur un axe de fer ; à la partie de cet axe qui eſt en dedans du barillet, eſt un crochet ſur lequel s'enveloppe le reſſort ; & à ſes deux bouts ſont des pivots qui entrent dans des trous faits aux platines : le pivot qui entre dans la platine antérieure (*fig.* 1) eſt prolongé & limé quarrément en *q* : ce quarré paſſe au cadran, & ſert à remonter le reſſort, ce qui ſe fait au moyen de l'encliquetage *R V c*. Le rochet *R* entre quarrément, ſur le quarré de l'axe *q*, avec lequel il eſt retenu par une goupille. *c* eſt le cliquet, lequel, à meſure que lon tourne l'axe *q*, & que par conſéquent on tend le reſſort qui eſt dans le barillet, arrête l'effort de ce reſſort : or, comme le rochet *R* ne peut retrograder non plus que l'axe *q*, il arrive néceſſairement que le bout extérieur du reſſort entraîne le barillet, & le fait tourner, ainſi que les roues dans leſquelles il engrene. Décrivons maintenant ces roues, & les effets de la ſonnerie. La roue *T* engrene dans le pignon 13 ſur l'axe duquel eſt fixée la roue *V*; celle-ci engrene dans le pignon 14, ſur lequel eſt fixée la roue *X*; celle-ci engrene dans le pignon 15 qui porte

la

la roue *Y*, dont les dents engrenent dans le pignon 16 de la roue *Z*; enfin celle-ci engrene dans le pignon *u* qui porte le *volant*; ce volant eſt formé par deux aîles larges & légeres qui ſervent à retenir & modérer la vîteſſe du rouage, afin de régler l'intervalle entre chaque coup de marteau que frappera la ſonnerie : nous expliquerons cela plus au long dans le Chapitre ſuivant. Venons aux effets de la ſonnerie.

80. La roue *X* porte des chevilles placées autour de ſa circonférence, leſquelles ſervent à faire frapper le marteau *M*, à meſure que le rouage tourne.

81. Pour cet effet, au bout du manche du marteau & au même centre ſur lequel il tourne, eſt fixé un bras *I* ſur lequel les chevilles placées ſur le plan *X*, agiſſent alternativement en éloignant ce bras du centre de cette roue, (& par conſéquent en éloignant le marteau même du timbre ſur lequel il doit frapper;) & lorſqu'une de ces chevilles eſt parvenue à l'extrémité du bras *I* & qu'elle en eſt échappée, alors le reſſort *r* qui preſſe continuellement le marteau, ramene le bras *I* ſur la cheville ſuivante, & en même temps fait frapper le marteau *M* ſur le timbre. Pour déterminer le nombre de coups que doit frapper le marteau, & le régler ſur les heures, l'axe prolongé de la roue *V* porte une roue *Q Q*, qu'on appelle la *Roue de compte*, à la circonférence de laquelle ſont douze entailles inégales & proportionnées au nombre de coups que le marteau doit frapper à chaque fois que la ſonnerie ſera miſe en jeu. Or pendant que la roue *V* & la roue de compte *QQ* font un tour, le marteau doit frapper 90 coups, (nombre requis pour une ſonnerie d'heure & demie, pendant douze heures).

82. La roue de compte *Q* eſt placée en dehors de la platine ſur l'axe prolongé de la roue *V*: *e f* eſt une *détente* qui ſert à arrêter le rouage, & à régler à chaque fois le nombre des coups de marteau déterminé par les entailles de la roue de compte. Pour cet effet cette détente porte un bras *t* qui appuie ſur le bord de la roue de compte, y étant obligé par un reſſort : lorſque le bras *t* appuie ſur le bord, le bout *f* de la détente laiſſe

paſſer la cheville de la roue *Y*, laquelle fait un tour pendant que le marteau frappe un coup ; mais lorſque la roue de compte préſentera une de ſes entailles, le bout *f* s'approchera de *o*, & la cheville de la roue *Y* viendra poſer ſur le bout *f* de la détente, ce qui arrêtera cette roue & le rouage. L'intervalle entre les entailles de la roue de compte *Q* augmente à proportion des heures que le marteau doit frapper : ainſi pour deux heures, l'intervalle eſt double de celui d'une heure : pour trois heures , l'intervalle eſt trois fois plus grand & ainſi de ſuite, en augmentant juſqu'à douze heures dont l'intervalle eſt douze fois plus grand que celui d'une heure ; or, pendant tout le temps que le bras *t* de la détente *e f*, poſe ſur la circonférence de la roue de compte, le marteau frappe ſur le timbre ; & lorſque ce bras *t* a atteint le fond de l'entaille, la détente *f* arrête le rouage, comme nous venons de le voir.

83. Lorſque les ſonneries doivent frapper les demi-heures, on rend les entailles de la roue de compte plus larges, de maniere que la détente *f* ne s'éloigne pas de *o*, & qu'elle reſte immobile pendant que le marteau frappe un coup : voyons maintenant comment à chaque heure & demie on donne la liberté au rouage de tourner, & au marteau celle de frapper.

84. La roue *m* (*fig.* 1), dont le canon porte l'aiguille des minutes, & qui fait par conſéquent un tour par heure, porte auſſi 2 chevilles qui ſervent à élever à chaque heure & à chaque demie le *détentillon D*; celui-ci, en s'élevant, fait mouvoir la piece *E*, laquelle eſt fixée ſur le pivot prolongé de la détente *e f*, (*fig.* 2), ce qui éloigne la détente *f* de *o*, & dégage la cheville que porte cette roue, & permet ainſi au rouage de tourner ; mais il ne parcourt d'abord qu'un petit eſpace, la roue *Z* ne pouvant faire qu'un demi-tour, parce qu'elle porte une cheville qui vient s'arrêter ſur un talon du détentillon *D* qui paſſe à travers l'entaille *K*; ainſi ce rouage ne marche que lorſque ce détentillon abandonne la cheville de la roue *m* (*fig.* 1); pour lors il retombe par ſon propre poids, le rouage tourne & le marteau frappe l'heure déterminée par la roue de compte ; l'autre cheville de la roue *m* venant enſuite à élever de nouveau le déten-

tillon *D*, celui-ci produit le même effet, le marteau frappe la demie, & ainſi de ſuite.

85. Il faut obſerver ici par rapport à l'aiguille des minutes, que lorſqu'elle a paſſé les 60 ou 30 minutes, on ne peut la retrograder que fort peu, les chevilles de la roue *m* (*fig.* 2), y mettant un obſtacle, en venant porter ſur le bras du détentillon *D*. Il eſt donc à propos de ne jamais rétrograder les aiguilles d'une Pendule à ſonnerie, on évitera par-là les accidents qui peuvent en réſulter ; & d'ailleurs, ſi on les fait rétrograder avant que le détentillon ſoit tombé, on peut faire ſonner l'heure, & la cheville ramenant de nouveau le détentillon le fera encore ſonner ; ainſi on fera *mécompter* la ſonnerie.

86. Nous venons de décrire une ſonnerie ordinaire ; nous allons entrer dans un plus grand détail ſur cette partie, & décrire la ſonnerie que nous avons conſtruite pour être la plus ſimple.

CHAPITRE IV.

Réflexions ſur les Sonneries ordinaires & ſur leurs inconvénients. Idées des moyens qu'on peut propoſer pour y remédier.

87. DANS un rouage à ſonnerie, il faut enviſager, 1°, le marteau qui doit frapper ſur le timbre ; 2°, l'intervalle entre chaque coup ; 3°, le nombre des coups que donne le marteau en douze heures.

88. Je ſuppoſe donc qu'on ait un marteau donné ; ſavoir, ſa peſanteur, la force du reſſort qui le preſſe, l'eſpace qu'il parcourt, le nombre des coups qu'il doit frapper, & enfin le temps qu'une telle machine doit frapper les heures ſans remonter le reſſort ou poids. Il n'eſt queſtion après cela que de déterminer le nombre de roues dont doit être compoſé le rouage

qui doit faire mouvoir le marteau pendant le temps donné, & que d'aſſigner la quantité de force néceſſaire pour cela. Pour le faire avec intelligence, il faut d'abord faire attention au nombre de coups ſeulement, ſans enviſager l'intervalle qui eſt entre chacun : ainſi un marteau qui frappe chaque heure & demie, donne 90 coups en douze heures; donc une ſeule roue qui porteroit 90 chevilles, ſuffiroit pour faire ſonner les heures pendant 12 heures. Ainſi il faut que la roue des chevilles ait des entailles faites de maniere que la premiere diviſion renferme une cheville pour une heure ; la ſeconde, deux chevilles pour deux heures ; la troiſieme, trois chevilles pour trois heures, & ainſi de ſuite en augmentant d'une heure juſqu'à douze. La force du moteur ſe réduiroit donc à l'effet de lever 90 fois le marteau à chaque douze heures; mais comme une roue ſeule qui ſeroit ſimplement entraînée par une force motrice ſuffiſante pour lever le marteau, n'auroit rien qui déterminât ſa vîteſſe, puiſque le moteur ayant élevé le marteau à ſon plus haut point, n'étant plus retenu, entraîneroit la roue ſans laiſſer le temps au marteau de frapper ſur le timbre, on ſeroit donc obligé d'aſſujettir cette roue à une eſpece de régulateur, qui rendît les intervalles des coups égaux, & donnât le temps au marteau de frapper ſur le timbre, & n'eût pas trop de vîteſſe, afin de laiſſer le temps de compter les coups.

89. Le premier moyen dont on s'eſt ſervi, a été de former un rouage compoſé de pluſieurs roues & pignons qui *amuſent* la roue qui porte les chevilles. Dans la ſuite on a adapté ſur le dernier pignon de ce rouage, une piece qu'on nomme *volant*; c'eſt une piece légere & mince, large d'environ 9 lignes aux ſonneries ordinaires; il eſt régulateur de ce rouage; en tournant il forme un cylindre dans l'air; & par l'effet de la réſiſtance de l'air qu'il déplace, il va plus ou moins vîte, ſelon qu'il eſt plus ou moins large : telle eſt la ſonnerie que nous venons de décrire.

90. On doit remarquer que le nombre des roues que l'on met ordinairement aux ſonneries, multiplie l'ouvrage; qu'ainſi ces ſonneries exigent une force motrice beaucoup plus conſi-

dérable ; & que ſi le marteau eſt peſant & parcourt un grand eſpace, il faut, (outre la force néceſſaire pour le faire frapper), celle de faire tourner ce rouage. De-là les frottements, l'uſure & une quantité d'ouvrage ſuperflu.

Cherchons donc un moyen d'éviter ces défauts, & revenons à la roue de 90 chevilles, (ou dents, ce qui eſt arbitraire).

91. Le premier qui ſe préſente eſt de faire que la roue de 90 dents ou chevilles, donne le mouvement à un Pendule qui déterminera la diſtance d'un coup à l'autre : ainſi le Pendule ſera le régulateur de cette roue. Le ſecond eſt de produire le même effet par un balancier; & le troiſieme par un grand volant, comme ſont ceux qu'on employe aux carillons.

92. Enfin, le quatrieme eſt de ſe ſervir, comme on le fait, d'un petit volant. Nous allons voir dans le Chapitre ſuivant la deſcription d'une ſonnerie que nous avons compoſée, dont le régulateur eſt un Pendule : ce moyen nous paroît préférable aux volants ou balanciers.

CHAPITRE V.

Deſcription d'une Sonnerie d'heures & demies propre à appliquer à une Horloge qui marche un an ſans avoir beſoin d'être remontée.

CETTE ſonnerie n'eſt compoſée que de trois roues : le moteur eſt un poids de dix livres qui n'a que trois pieds de deſcente, & le deſſein en eſt repréſenté dans la Pl. IV, fig. 1.

93. Les poids *P*, *P* ſont les moteurs, & les roues *A*, *B*, *R*, le rouage ; *X*, le marteau ; & les pieces *K*, *E*, *F*, les détentes ; & *z*, le petit bras du marteau ſur lequel la roue *R* agit pour faire frapper le marteau.

94. La roue *A* eſt entraînée par le cylindre *O O*, ſur lequel s'enveloppe la corde qui porte les poids *P*, *P*, par le

moyen de deux poulies moufflées. Cette roue *A* a 96 dents; elle engrene dans un pignon de 12, ſur l'axe duquel eſt fixée la roue *B* qui a 96 dents, & qui engrene dans un pignon de 12 dents ſur lequel eſt fixé le rochet *R*; celui-ci fait donc 64 tours pendant que la roue *A* en fait un. Le rochet *R* porte 90 dents employées à lever le marteau *X*, pour le faire frapper 90 fois ſur le timbre *T* à chaque tour du rochet. Or ce nombre eſt celui des heures & demies qu'il doit frapper en 12 heures. Le rochet *R* reſte donc 12 heures à faire une révolution.

95. Pour régler l'intervalle entre les coups de marteau, le rochet *R* forme un *échappement* avec l'ancre *a*; celui-ci eſt fixé ſur une tige, dont la fourchette agit ſur la verge du Pendule *L*, qui fait deux vibrations pour chaque coup que frappe le marteau: & ce marteau *X* continue ainſi de frapper juſqu'à ce que le bras *b* de la détente *E*, entre dans une des entailles de la roue de compte *C*; pour lors l'extrémité *d* de la piece *F G* ſe préſente, & la lentille poſe ſur le petit bras *d*, qui en arrête le mouvement & celui du rouage.

96. L'axe du rochet *R* paſſe à travers les platines, & porte quarrément la roue de compte *C* diviſée comme on l'a expliqué (82).

97. La lentille ayant fait deux vibrations remonte par l'impulſion du rouage au deſſus du bras *d* que porte la piece *F G*; ce bras *d* fléchit & fait un léger mouvement qui permet à la lentille de monter plus haut. Mais celle-ci, en deſcendant, porte ſur le côté droit du bras *d*, lequel la retient juſqu'à ce que les détentes la dégagent: voyons maintenant comment cet effet eſt produit.

98. La plaque *S* eſt fixée ſur l'axe prolongé d'une roue du mouvement des heures & minutes ([a]); cette plaque *S* fait un tour par heure. Elle porte deux chevilles qui ſervent à dégager la lentille *L*, & à faire, par ſon moyen, frapper ſucceſſivement les heures & demies.

---

[a] Je n'ai pas marqué ici les parties du mouvement; ainſi la figure 1, contient ſeulement les pieces relatives à la ſonnerie, laquelle peut s'adapter avec un mouvement ſimple quelconque. La plaque *S* repréſente donc ici la roue des minutes d'un mouvement, c'eſt-à-dire, celle qui tient lieu de la roue *m*, (*Pl. II*, *fig.* 1).

99. Lorſque l'aiguille des minutes approche de l'heure ou de la demie, une des chevilles 1 de la plaque *S* agit ſur le détentillon *H K M* dont le bras *M* s'éloigne de la cheville *N* portée par le bras *E N* de la détente *b E D*; & auſſi-tôt que l'aiguille eſt parvenue à l'heure juſte ou à la demie, le bras *H* du détentillon *H K M* abandonne la cheville 1, & le poids du bras *M* va frapper contre la cheville *N* du bras *N E* de la détente *b E D*, dont un bout communique à la piece *FG*. Ce mouvement dégage la lentille *L*, qui ſe met alors à vibrer, & pendant ce temps le marteau frappe, juſqu'à ce que le bras *b* de la détente *E* ſoit entré dans une des entailles de la roue de compte. Une demi-heure après l'autre cheville 2 agira ſur le détentillon *H*, dégagera de nouveau la lentille *L*, & le marteau frappera l'heure actuelle.

100. Le reſſort *f* ſert à faire remonter le bras *M* lorſqu'il a dégagé la lentille; le reſſort *g* à faire frapper le marteau, & le reſſort *h* à preſſer le bras *E b* de la détente *E*, contre la roue de compte; ce qui ramene en même temps le bras *d* de la piece *F* pour retenir la lentille. Le mouvement de cette piece *FG* eſt produit par la cheville ou broche *n* que porte la détente *E*; cette broche paſſe juſte dans la fourchette ou fente que porte la piece *F*. Le bras *d* eſt mobile en *G*, ſur une petite broche ou pivot que porte la piece *F G*; le reſſort *m* doit preſſer très-légérement ſur la cheville du bras *d*, afin de faciliter à la lentille le mouvement qu'elle fait faire à ce bras, lorſqu'elle remonte pour s'arrêter enſuite ſur le côté droit du bras *d*. On voit qu'elle eſt empêchée de redeſcendre par ce bras *d*, dont la grande partie eſt arrêtée par une cheville fixée à la piece *FG*. Cette détente *F G* eſt vue en perſpective (*fig.* 4).

101. J'ai exécuté le jeu des détentes d'une autre maniere repréſentée dans la figure 5. *P* eſt la plaque qui fait ſon tour par heure. A la place des chevilles qu'on voit dans la premiere figure, j'ai ſubſtitué les courbes ou ſpirales *a, b, c, d, e, f*, qui élevent la détente d'une maniere uniforme, ce qui charge beaucoup moins le mouvement. Ces courbes ſont formées de la maniere ſuivante :

Diviſez la circonférence *P* en douze parties égales 1, 2, 3, &c; par ces points de diviſions, tirez des rayons au centre; diviſez l'eſpace 1 *a* que doit parcourir la détente en douze parties égales, par leſquelles vous ferez paſſer les circonférences qui, par les interſections *d*, *e*, *f*, &c, donneront les points par leſquels il faut faire paſſer la courbe.

102. Le bras *f H* eſt refendu dans ſon épaiſſeur vers *H h*, & y reçoit le bout d'une eſpece de *pied de biche d H*, qui peut tourner ſur la cheville *g* qui traverſe le bras *f H*. Ce pied de biche porte une cheville *h* mobile dans un trou ovale, & ſur laquelle le reſſort *f h* agit pour redreſſer ce pied de biche, lorſqu'ayant échappé la courbe en *e m* & étant tombé dans l'enfoncement *a b*, l'accélération de la chûte de la maſſe *M* lui fait recevoir un coup qui l'oblige de fléchir ſur le point *h* : mais auſſi-tôt que la maſſe *M* a éteint ſon mouvement après avoir frappé ſur *N* (*fig.* 1), le reſſort *f h* (*fig.* 5) redreſſe le pied de biche, le bras *H f* retourne un peu en arriere, & ſouleve la maſſe *M* qui ceſſe d'agir ſur *N* (*fig.* 1), ce qui permet au bras *E b* d'obéir au reſſort *h*, qui fait tomber le bout *b* dans l'entaille de la roue de compte, & de ſorte que par le mouvement que le bout oppoſé *n* de cette détente *E D* imprime à la détente *F G*, l'extrémité *d* de celle-ci arrête le Pendule *L*, lorſque le nombre des coup néceſſaire eſt ſonné.

103. Nous avons vu que le rochet *R* fait un tour en 12 heures. Or, il fait 64 tours pour un de la roue *A* (94); celle-ci employe donc trente-deux jours à faire une révolution : ainſi la ſonnerie marchera un an 19 jours ſans être remontée, ſi la roue *A* fait 12 tours, ou ſi la corde qui porte les poids *P P*, s'enveloppe 12 fois ſur le cylindre *O O*; celui-ci ayant 2 pouces de diametre, il faudroit qu'un ſeul poids deſcendît de 72 pouces ou de 6 pieds; mais ſi ce poids eſt *mouflé*, il deſcendra ſeulement de 36 pouces. Enfin en employant deux poids comme *P P*, les poids ne deſcendroient que de 18 pouces. Je me ſuis ſervi avec avantage de cette maniere de multiplier le temps, ſans augmenter le nombre de dents de roues, & en employant peu de hauteur. Cette diſpoſition des poids eſt

eſt la même que celle que j'employai dans la Pendule à équation à un an, que je préſentai à l'Académie Royale des Sciences en 1754.

104. Je ne crois pas que perſonne ait exécuté avant moi une ſonnerie comme celle que je viens de décrire. J'en avois fait le plan il y a pluſieurs années ; & je me ſuis enfin décidé à la donner & à la faire exécuter : on pourra juger de l'avantage des principes que j'ai employés, en la comparant avec la ſonnerie (*Pl. II. fig.* 2) laquelle eſt compoſée de 5 roues & d'un volant, & ne va que 15 jours. On voit que ſes frottements ſont réduits à la plus petite quantité poſſible ; puiſqu'un poids de 10 livres, dont la deſcente eſt de trois pieds, eſt ſuffiſant pour la faire marcher un an ſans remonter, ce qui eſt une ſuite des propriétés du Pendule ſubſtitué aux roues de ſonnerie ; car par la nature du Pendule, la lentille *L*, à la fin de ſa ſeconde vibration, remonte ſenſiblement au même point d'où elle eſt partie pour commencer la premiere ; ainſi il n'y a de force motrice employée pour mouvoir le régulateur, que celle qui eſt néceſſaire pour le faire remonter un peu plus haut, afin de faciliter l'arrêt précis de la lentille & du rouage ; tout le reſtant de la force motrice eſt uniquement employé à lever le marteau *X*. Une telle ſonnerie marche donc avec une force motrice de la moindre quantité poſſible pour un marteau donné.

CHAPITRE VI.

Des Répétitions.

105. LES Pendules à ſonnerie frappent d'elles-mêmes les heures & les demies, comme on vient de le voir ; mais celles qui ſont à répétition ne ſonnent ou frappent que lorſqu'on tire un cordon (ſi c'eſt une Pendule), ou qu'on pouſſe un bouton ou pouſſoir (ſi c'eſt une Montre) : pour lors, deux marteaux

frappent l'heure & les quarts que marquent les aiguilles ſur le cadran : on va voir par la deſcription d'une Pendule à répétition comment cet effet eſt produit ; mais auparavant donnons en gros une idée de ce méchaniſme ingénieux, qui eſt à peu-près le même pour une Pendule que pour une Montre.

106. Pour faire répéter l'heure à une Pendule (*Pl. V. fig.* 2), on tire un cordon qui enveloppe une poulie *P* qui tient à l'axe de la premiere roue d'un rouage particulier ([a]). L'axe de cette roue porte un crochet qui tient à un reſſort ou moteur contenu dans le barillet *B* (*fig.* 3). Cet axe de la premiere roue porte une roue *G* (*fig.* 1,) qui a quinze chevilles, leſquelles ſervent à lever les marteaux : douze de ces chevilles ſont pour les heures, & trois pour les quarts. Le nombre des coups que le marteau des heures frappe, dépend du plus ou du moins de chemin qu'on fait faire à la roue des chevilles en tirant le cordon ; & ce chemin dépend lui-même de l'heure que marquent les aiguilles ſur le cadran : ainſi lorſqu'il eſt midi trois quarts, & qu'on tire le cordon, on oblige la roue des chevilles à faire un tour entier ; pour lors le reſſort ou moteur le ramene & fait frapper 12 coups au marteau des heures, & enſuite trois coups pour les quarts. Pour diſtinguer les quarts des heures on ajoute un ſecond marteau qui avec le premier, fait un double coup à chaque quart.

107. Maintenant il faut voir par quels moyens on regle le chemin que la roue des chevilles doit faire lorſqu'on tire le cordon, & comment on le proportionne à l'heure que marquent les aiguilles ſur le cadran.

108. Une roue *S* de la cadrature ([b]) (*fig.* 3), porte par ſa tige prolongée la piece *s h*, (*fig.* 2) dont la cheville *c* fait tourner l'étoile *E* qui reſte douze heures à faire un tour ; celle-ci porte une piece *L* (qu'on appelle le *Limaçon des heures*) , diviſée en douze parties tendant au centre de l'étoile ; chacune

---

[a] La ſeule propriété de ce rouage eſt de régler l'intervalle qui doit être entre chaque coup de marteau.

[b] On appelle *Roues de Cadrature* celles qui ſont poſées ſous le cadran ; on donne auſſi le nom de *Pieces de Cadrature* aux pieces de répétion, lors même qu'elles ne ſont point ſous le cadran : telles ſont les pieces *T*, *R*, *C*, *D*, &c. de la figure 2.

de ces parties forme différents enfoncements, comme autant de degrés qui vont en ſe rapprochant du centre, & qui ſervent à régler le nombre d'heures que doit frapper le marteau; pour cet effet, la poulie *P* porte un pignon *a* qui engrene dans une portion de roue *C*, (*fig.* 2) qu'on nomme *Rateau.* Lorſqu'on tire le cordon, & qu'on fait par conſéquent avancer le rateau vers le limaçon, le bras *b* va s'arrêter ſur celui des degrés du limaçon qui ſe trouve à ſon paſſage; & ſelon l'enfoncement de ce degré, le marteau frappe plus ou moins de coups. Il ne frappera qu'une heure, ſi le bras *b* du rateau s'eſt arrêté ſur le pas 1 le plus éloigné du centre; car alors la roue des chevilles ne s'étant engagé que d'une cheville, le marteau ne frappe qu'un coup. Si au contraire le degré 12 qui eſt le plus enfoncé & le plus proche du centre, ſe trouve ſur le paſſage du bras *b*, ce bras n'y arrivera que lorſque la roue des chevilles aura fait un tour, & alors le reſſort du barillet le ramenant, fera frapper 12 coups au marteau.

109. Il reſte à voir comment les quarts ſont répétés. La piece *s* (*fig.* 2.) qui fait tourner l'étoile & qui eſt une heure à faire un tour, eſt portée par un autre limaçon *h* (qu'on appelle le *Limaçon des quarts*), formé par quatre diviſions qui ſont trois enfoncements ou pas, ſur l'un deſquels (lorſqu'on tire le cordon) vient poſer le bras *Q* d'une piece *Q D* qu'on appelle *le Doigt*: or ſelon que cet enfoncement eſt plus près ou plus loin du centre du limaçon, le bout *D* du doigt ſe trouve plus ou moins écarté du centre *a* de la poulie *P*, de ſorte que le jeu du cordon étant fini, & la poulie retournant par la force du reſſort du barillet, l'une de ſes quatre chevilles vient agir ſur ce doigt, ſavoir celle qui ſe trouve à la diſtance du centre *a* qui répond à l'élévation du bras *D*, & c'eſt ce qui détermine les coups pour les quarts; ainſi lorſque le doigt poſe ſur la cheville la plus près du centre de la poulie, le marteau des heures frappe ſeulement le nombre d'heures que le limaçon *L* & le rateau *b* ont déterminés. Si le doigt eſt poſé ſur la ſeconde cheville, il n'arrête la poulie qu'après que le marteau des heures a frappé l'heure, puis un

quart, & ainſi de ſuite pour les trois quarts.

Voilà une idée des parties eſſentielles d'une répétition : venons maintenant à la deſcription particuliere d'une répétition complette.

CHAPITRE VII.

Deſcription d'une Pendule à répétition avec l'échappement à ancre.

110. LES figures 1, 2 & 3 de la Planche V repréſentent toutes les parties d'une Pendule à répétition vue en plan. La premiere figure repréſente les roues & les pieces contenues dans la cage ou qui ſe mettent entre les deux platines, à l'exception de l'ancre *A* que j'ai placée comme on le voit, pour faire voir l'échappement.

111. Les roues *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, ſont celles du mouvement : *B* eſt le barillet qui contient le moteur ou reſſort de l'Horloge; *C* eſt la grande *roue moyenne* ; *D*, la roue des minutes ; *E*, la roue *de champ* ; *F*, le rochet ou roue d'échappement. La roue *D* des minutes fait un tour en une heure ; le pignon ſur lequel cette roue eſt fixée, a ſon pivot prolongé qui paſſe à travers la platine des piliers (*fig.* 3) ; cette tige ou pivot (*fig.* 4) entre à frottement dans le canon de la roue de chauſſée *m* vue en perſpective (*fig.* 5), lequel fait auſſi par ce moyen un tour par heure ; ce canon porte l'aiguille des minutes, & ſa roue *m* engrene dans la roue de renvoi *S*, de même nombre de dents & de même diametre que la roue *m* ; le pignon de celle-ci fait 12 tours, tandis que la roue *C* en fait un. Cette roue *C* qui eſt celle de cadran emploie donc douze heures à faire une révolution : c'eſt celle qui porte l'aiguille des heures.

112. Il faut obſerver par rapport à ces trois roues *C*, *m*, *S*

qu'on nomme *Roues de Cadran*, qu'elles ſont toujours les mêmes, ſoit que la Pendule ſoit à ſonnerie ou à répétition; leur effet étant de faire faire une révolution à la roue *C* de cadran dans l'eſpace de 12 heures.

113. Les roues *G*, *L*, *M*, *N* (*fig.* 1) & le volant *V* forment le rouage de la répétition. La propriété de ce rouage eſt, comme je l'ai dit, de régler l'intervalle qui doit être entre chaque coup de marteau. Le *rochet R* ou *d'encliquetage*, la premiere roue *G* qui eſt celle des chevilles, le reſſort *r* & le cliquet *c* ſont tous fixés ſur la roue *L*.

114. Lorſqu'on tire le cordon qui entoure la poulie *P* (*fig.* 2), le rochet *R* (*fig.* 3) fixé ſur le même axe que la poulie, rétrograde; & les plans inclinés des dents éloignent le cliquet *O*; enſuite le reſſort ou moteur ramene le rochet dont les dents arcboutent contre la pointe du cliquet, ce qui entraîne la roue *L* & le rouage *M*, *N*, *V*: or, tandis que le rochet *R* entraîne ainſi la roue *L*, & que la roue *G* des chevilles & la poulie *P* de la figure 2 qui ſont fixées ſur le même axe, tournent auſſi, les chevilles de la roue *G* agiſſent ſur les pieces *m*, *n* (*fig.* 1.) dont les axes prolongés portent les marteaux *m*, *m* (*fig.* 2); chaque piece *m*, *n* eſt preſſée par un reſſort pour renvoyer le marteau, après que les chevilles lui ont fait parcourir ſon chemin. On ne voit que le reſſort *r* qui agit ſur la piece *m*; celui qui agit ſur la piece *n*, eſt placé ſous la platine qui porte la cadrature (*fig.* 2.) La piece *o* ſert à communiquer le mouvement de celle *m* à la tige ou piece *n* qui porte le marteau des heures.

La piece ou baſcule *m x* (*fig.* 1) ſe meut ſur la tige qui porte le marteau des quarts: ſur cette tige en deſſous de *m x*, ſe meut un bras comme celui *m*, ſur lequel agiſſent trois chevilles portées par le deſſous de la roue *G*; ces trois chevilles ſervent à lever le marteau des quarts fixé ſur la tige qui porte la piece *m*: c'eſt ce marteau que preſſe le reſſort *r*. Lorſqu'on tire le cordon, on fait retrograder la roue *G* dont les chevilles viennent agir ſur le derriere du bras *m*, lequel obéit & vient de *m* en *x*; le petit bras qui eſt deſſous pour les quarts, fait le même mouvement ; & lorſque le grand reſſort ou moteur ramene la roue *G*, un petit reſſort qui agit ſur ces pieces *m*, les oblige à s'engager dans l'intervalle des chevilles, & à préſenter les plans droits ſur leſquelles agiſſent ces chevilles pour lever les marteaux.

115. La poulie *P* (*fig.* 2) porte le pignon *a* qui engrene dans le rateau *b C*, dont l'effet eſt, comme je l'ai dit, d'aller porter ſa pointe *b* ſur les pas du limaçon *L*, & de déterminer le nombre des coups que doit frapper le marteau des heures.

L'Etoile *E* & le limaçon *L* ſont fixés enſemble par deux vis. Cette étoile ſe meut ſur une vis à tige *V*, attachée à la piece *TR*, mobile elle-même en *T*. Cette piece forme, avec la platine une petite cage, en dedans de laquelle tourne l'étoile *E* : un des rayons ou dents de l'Etoile porte ſur le ſautoir *Y*, lequel eſt preſſé par le reſſort *g*. Lorſque la cheville *c* du limaçon des quarts fait tourner l'étoile, le ſautoir *Y* ſe meut en s'éloignant du centre *V* de l'étoile juſqu'à ce que la dent de l'étoile ſoit parvenue à l'angle du ſautoir ; ce qui arrive lorſqu'elle a fait la moitié du chemin qu'elle doit faire ; & lorſqu'elle a échappé cet angle, le plan incliné du ſautoir la pouſſe comme par derriere, & lui fait achever précipitamment l'autre moitié ; de ſorte qu'au changement d'une heure à l'autre, celui de l'étoile & du limaçon ſe fait en un inſtant: c'eſt lorſque l'aiguille des minutes eſt ſur les 60′ du cadran.

116. Le ſautoir achevant ainſi de faire tourner l'étoile ; chaque dent ſituée en *c* vient poſer ſur le derriere de la cheville *c*, & fait avancer la *ſurpriſe s* à laquelle elle tient ; la ſurpriſe eſt une plaque ajuſtée ſur le limaçon des quarts ; elle tourne avec lui au moyen de la cheville qui paſſe dans l'entaille de la ſurpriſe ; le chemin que fait faire l'étoile à la ſurpriſe *s*, ſert à empêcher que le bras *Q* du doigt ne deſcende dans le pas 3, ce qui feroit répéter 3 quarts ſur 60′. Auſſi-tôt que l'étoile change d'heure, elle oblige donc la ſurpriſe d'avancer pour recevoir le bras *Q* : ainſi dans le moment où l'on tire le cordon, le marteau ſonne l'heure préciſe.

Le bras *Q* & le doigt ſont mobiles ſur le même centre; lorſqu'on a tiré le cordon & que les chevilles de la poulie ont dégagé le doigt, pour lors le reſſort *p* fait approcher le bras *Q* du limaçon des quarts, & le doigt *D* ſe préſente à l'une ou l'autre des chevilles de la poulie; ces deux pieces peuvent tourner l'une ſur l'autre & ſe mouvoir ſéparément : cela ſert dans le cas où le bras *Q* allant poſer ſur le pas *h* du limaçon des quarts, & le doigt *D* étant engagé dans les chevilles de la poulie, ce bras fléchit & obéit aux chevilles de la poulie qu'on fait actuellement rétrograder; il faut que la cheville actuellement en priſe, puiſſe faire mouvoir le doigt ſéparément de la piece *Q*; le reſſort *B* ramene le doigt *D*, dès que la cheville a rétrogradé, pour qu'il ſe préſente à la cheville qui arrête pour l'heure ſeule, ou pour le quart ſi le bras porte ſur le pas 1, &c.

117. Nous avons vu les parties les plus eſſentielles de la répétition; il n'en reſte qu'une dont il faut donner une idée, & que je vas tâcher de faire concevoir; c'eſt le *tout ou rien*, dont la propriété eſt que ſi l'on ne tire pas tout-à-fait le cordon, & de maniere que le bras *b* du rateau *C* vienne preſſer le limaçon *L*, le marteau ne frappera pas; en ſorte que par ce méchaniſme ingénieux, la piece répétera l'heure juſte, ſinon elle ne la répétera pas du tout.

118. On a vu que, lorſque l'on tire le cordon, la roue des chevilles *G* (*figure* 1) renverſoit la piece *m*, & la faiſoit venir en *x*; & que pour que le marteau frappe, il faut qu'un reſſort ramene cette piece *m*, pour la mettre en priſe avec les chevilles; après cela, il eſt aiſé de voir que ſi, au lieu de laiſſer reprendre à cette piece *m* ſa ſituation, on la fait encore renverſer davantage, le reſſort ou moteur ramenant la roue des chevilles, le marteau ne frappera pas tout le temps que cette piece reſtera renverſée; c'eſt préciſément l'effet que produit la piece *TR* (*fig.* 2) qu'on nomme pour cela *Tout ou rien.* Voici comment. La piece *m* (*fig.* 1) porte une cheville qui paſſe à travers la platine par l'ouverture *o* (*fig.* 2) : ſi l'on tire le cordon, la roue des chevilles fait mouvoir la piece *m*, comme nous

venons de le voir ; la cheville qu'elle porte vient preſſer contre le bout *o* du tout ou rien, & l'écarte, enſorte que la cheville parvient à l'extrémité *o* qui eſt un peu inclinée : or le reſſort *d* tendant à ramener le bras *o*, le plan incliné oblige la cheville de parcourir encore un petit eſpace qui ôte le bras *m* (*fig.* 1) entiérement hors de priſe avec les chevilles, enſorte que le marteau ne frappera pas à moins que la cheville ne ſoit dégagée du bout du bras *o* ; pour cet effet, il faut que le bras du rateau vienne poſer & preſſer le limaçon *L* qui ſe meut ſur la tige *V* fixée au tout ou rien *TR*. Or, en preſſant le limaçon, on fait écarter le bras *o* de la cheville, laquelle étant dégagée, donne la liberté au bras *m* de ſe préſenter aux chevilles de la roue *G*, & au marteau celle de frapper les heures & quarts donnés par la cadrature & par les aiguilles.

119. Le rochet *R* (*fig.* 3) eſt celui d'*encliquetage* du mouvement ; *c*, eſt le *cliquet* ; *r*, le reſſort. Le rochet *R* eſt mis en quarré ſur l'arbre de barillet ; ce quarré prolongé ſert pour remonter le reſſort au moyen de la clef. *B* eſt le barillet dans lequel doit être le reſſort ou moteur de la répétition. *V* eſt une vis appellée *l'Excentrique* ou *Porte-pivot* : ſur la partie qui entre à frottement dans la platine, eſt percé un trou hors de l'axe de la vis ; ce trou eſt celui du pivot de l'ancre *A* : en faiſant tourner cette vis, on approche ou l'on éloigne le pivot de l'ancre, & par conſéquent l'ancre lui-même, de ſorte que ſes pointes engrennent plus ou moins, ſelon le beſoin, dans les dents de la roue d'échappement.

120. (*fig.* 2), *A* eſt le coq d'échappement : il porte la ſoie à laquelle on ſuſpend le Pendule ; un des bouts de la ſoie eſt attaché à la tige *e* qu'on appelle *Avance* ou *Retard* ; l'autre bout de cette tige paſſe au cadran, & eſt quarré pour y faire entrer une petite clef, par le moyen de laquelle on fait tourner cette tige *e* de côté ou d'autre, pour faire allonger ou raccourcir la ſoie qui ſert à ſuſpendre le Pendule dont la longueur change par ce moyen.

121. L'ancre *A* (*fig.* 1) eſt fixé ſur une tige comme celui de

de la Pendule à ſecondes : cette tige porte la fourchette *T* qui fait mouvoir le pendule ; le pivot que porte cette tige du côté de la fourchette, entre dans un trou fait au coq *A* (*fig.* 2).

122. La figure 4 repréſente en perſpective la roue *D*, dont la révolution eſt d'une heure ; c'eſt ſa tige qui porte la roue *m* de la figure 3. Cette roue *m* eſt vue en perſpective dans la figure 5 ; ſon canon *a* ſert à porter l'aiguille des minutes.

123. La figure 6 repréſente en perſpective la roue *S* de la figure 3 ; c'eſt la tige prolongée de cette roue qui paſſant à la cadrature porte le limaçon des quarts *h* (*fig.* 2) ; le pignon de cette roue *S* engrene dans la roue de cadran qui eſt vue en perſpective dans la figure 7. Enfin c'eſt ſur le canon de cette roue que s'ajuſte l'aiguille des heures.

CHAPITRE VIII.

Des Montres.

DÉFINITION.

124. SI L'ON A un anneau circulaire *A A c* (*Pl.* 1, *fig.* 5) dont la circonférence ſoit également peſante & concentrique à l'axe *B*, & à ſes pivots *a*, *b* ſur leſquels il puiſſe tourner librement, cet anneau reſtera en équilibre avec lui-même dans quelque poſition qu'on le place, & quelqu'eſpace qu'on lui ait fait parcourir ; enſorte que ſon *inertie* (a) tendra également à le faire reſter en repos lorſqu'il y ſera, & à le faire tourner uniformement lorſqu'on l'aura mis une fois en mouvement. Ceci eſt une ſuite de notre ſuppoſition ; car dès que chaque partie de la circonférence de cet anneau eſt également peſante, &

---

[a] On appelle *Inertie* cette propriété commune à tous les corps de reſter en leur état, ſoit de repos ou de mouvement, à moins que quelques cauſes étrangeres ne les en faſſent changer.

également diſtante de l'axe de rotation ; elle eſt contre-balancée par la partie oppoſée, ce qui entretient le mouvement dans le même état. Nous appellerons *Balancier* un tel anneau.

125. Cela poſé, ſi l'on imagine que l'axe du balancier (*fig*: 6) porte les deux parties ſaillantes ou *palettes c*, *d*, formant enſemble un angle droit, & que ſur ces palettes on faſſe agir la roue à couronne *C*; il arrivera que ſi l'on fait tourner cette roue dans le ſens *C e d C b e*, ſes dents écarteront alternativement l'une des palettes dans un ſens, & l'autre dans un ſens oppoſé ; enſorte que le balancier ira & reviendra ſur lui-même, & fera ainſi des vibrations (22).

126. La roue *C* fera donc avec ces palettes un échappement (38) qu'on peut appliquer à un mouvement d'Horloge, à la place du Pendule. Ainſi faiſant rouler les pivots du balancier dans des trous d'une cage *D E F G* (*fig*. 7), & ceux de la roue *C* dans une ſeconde cage *HI* qui ſerve à maintenir l'axe de cette roue perpendiculairement à l'axe du balancier ; ſi l'on fait engrener ſon pignon *d* dans une roue *K*, en ſorte que celle-ci communique par engrenage aux roues & pignons *c*, *L*, *b*, *M*, *a*, *N*, & qu'enfin l'axe de la roue *N* ſoit mis en mouvement par un reſſort ſpiral *O P*, on aura une machine qui ſervira à meſurer le temps, dans quelque poſition que la cage *G D E F* ſoit placée ; car l'équilibre des parties du balancier lui fait continuer le mouvement alternatif qui lui eſt imprimé, indépendamment de la poſition qu'on lui donne ; & la nature du reſſort lui fait exercer également ſon action, quelle que ſoit la ſituation & le mouvement de la piece qui le porte.

127. Sachant maintenant le nombre de dents des roues & pignons qui compoſent le rouage (*fig*. 7), on en conclud le nombre de vibrations du balancier, pendant que la roue qui contient le reſſort en fait un. Ainſi, en comptant combien la roue *C* fait de tours en une heure, on ſaura la durée des révolutions des autres roues, & l'on pourra, par ce moyen, faire porter par l'axe prolongé d'une de ces roues, une aiguille qui indiquera ſur un cadran les parties du temps.

128. En examinant la nature du mouvement du balancier, on trouve aiſément que ſa vîteſſe dans ſes vibrations eſt d'autant plus grande, 1°, que la force du reſſort moteur eſt plus grande; 2°, que le balancier eſt plus léger; 3°, que ſa circonférence eſt plus petite, parce que dans ces deux cas la force du reſſort eſt d'autant plus efficace pour communiquer de la vîteſſe, que cette vîteſſe doit ſe diſtribuer à moins de parties, & à des parties moins éloignées de l'axe du balancier; 4°, que la force du reſſort moteur fera d'autant plus d'effet ſur le balancier, que les palettes ſeront frappées plus loin de l'axe : d'où il réſulte que la vîteſſe des vibrations d'un balancier dépend d'un grand nombre de circonſtances; & qu'il y a pluſieurs moyens de la faire varier à volonté.

129. Le nombre de dents des roues *N*, *M*, *L*, *K*, *C*, & de leurs pignons *a*, *b*, *c*, *d*, étant donné, on peut aſſujettir la vîteſſe de leurs révolutions à des temps donnés; ainſi en ſuppoſant que pendant que la roue *M* fait un tour, la roue *C* en faſſe 600, on pourra régler la vîteſſe de ce rouage, de maniere que la roue *M* emploie une heure à faire une révolution, ſoit en augmentant ou en diminuant la force du reſſort *O P*, ſoit en rendant le balancier plus léger ou plus peſant, ſoit enfin en le rendant plus grand ou plus petit; donc en plaçant une aiguille au bout de l'axe de cette roue *M*, & diviſant un cercle du cadran *R S* en 60 parties, le paſſage de l'aiguille ſur chaque diviſion, indiquera une minute de temps.

130. Au lieu de placer l'aiguille *f* directement ſur l'axe de la roue *M*, on fait entrer cet axe dans un canon *Q* (qu'on appelle *une Chauſſée*); un de ſes bouts *e* eſt quarré pour recevoir l'aiguille *f*, & vers l'autre bout eſt un pignon *Q* qui engrene dans la roue *T* qui porte un pignon *g* qui engrene dans la roue *V*, laquelle eſt portée par un canon *t* qui s'emboîte ſur la chauſſée *e Q*. Si donc les nombres de dents des roues & pignons *Q*, *T*, *g*, *V* ſont tels que pendant que la chauſſée *Q* fait 12 tours, la roue *V* en faſſe un, celle-ci reſtera douze heures à faire une révolution; donc en faiſant porter par ſon canon prolongé une aiguille *i h*, & diviſant le cercle *o* en 12 parties, cette aiguille

marquera les heures. Ainſi on aura une machine portative aſſez ſimple, & qui ſervira à meſurer les heures & les minutes.

131. Le bout inférieur *q* de l'axe de la roue *N* porte un crochet qui entre dans un trou fait au bout intérieur du reſſort. Ainſi ce crochet entraîne le reſſort par ſon mouvement : le bout extérieur du reſſort eſt accroché en *p* avec le pilier ; il reſte par conſéquent immobile. Si donc on fait entrer une clef ſur le bout quarré *o* de l'axe prolongé de la roue *N*, & qu'on faſſe tourner cet axe du ſens oppoſé à celui ſelon lequel le reſſort tend à ſe débander, la lame du reſſort *q P* ſe roulera ſur cet axe *q*, & le reſſort ſe tendra à proportion: auſſi-tôt que l'on aura ceſſé de le remonter, ſon élaſticité agira ſur la roue *N*, & celle-ci ſucceſſivement ſur les pignons & roues, ce qui donnera le mouvement au balancier. Les vibrations alternatives du balancier modéreront la vîteſſe du rouage, & par conſéquent celle de l'action du reſſort, qui ne ſe développera qu'à meſure que les roues tourneront. Ce reſſort eſt donc le moteur d'une telle machine ; & le balancier en eſt le *Modérateur* ou le *Régulateur*.

132. Lorſqu'il faut remonter le reſſort, on tourne, comme j'ai dit, le bout de l'axe quarré *o* dans un ſens oppoſé. Il faut donc pour cela que cet axe puiſſe tourner dans ce ſens, indépendamment de la roue *N* : c'eſt l'effet de l'encliquetage porté par cette roue & du rochet *X* fixé ſur l'axe *o q* : les côtés inclinés des dents de ce rochet écartent le cliquet *m*, quand on remonte le reſſort ; & lorſqu'on ceſſe de le remonter, les côtés droits de ces dents arcboutent contre le cliquet ; ainſi le reſſort *O P* entraîne la roue *N*, &c. Nous avons déja expliqué les effets de l'encliquetage (art. 34).

133. La chauſſée *Q* entre à frottement ſur l'axe prolongé de la roue *M* ; ainſi on peut la faire tourner pour mettre les aiguilles à l'heure, ſans rien changer au mouvement de la roue *M*.

134. La roue *T* ſe meut entre le cadran & la platine *FG*, ſur les deux pivots qui terminent l'axe *g*.

135. Lorſqu'une dent de la roue *C* a écarté la palette du

balancier, & lui a fait faire une vibration, elle s'échappe, & la dent oppoſée va agir ſur l'autre palette pour ramener le balancier : c'eſt l'effet de la roue *C* ſur les palettes pour faire vibrer le balancier, & celui du balancier pour ſuſpendre & modérer la vîteſſe de la roue, qu'on appelle l'*Echappement*.

136. La roue *C* s'appelle *Roue de rencontre* ; & l'échappement où l'on employe la conſtruction que nous venons de décrire, s'appelle *Echappement à roue de rencontre*.

137. On appelle *Verge de Balancier*, la piece d'échappement *a b c d* (*fig. 6*)

138. Il faut obſerver, par rapport à l'échappement à roue de rencontre, que ſi après l'impulſion de la roue, on continuoit à faire aller le balancier du même côté, la palette feroit rétrograder la roue au point qu'elle abandonneroit la dent ; & comme dans ce cas l'autre palette ſeroit éloignée de la dent oppoſée, il arriveroit que la roue de rencontre ceſſeroit d'agir ſur les palettes, & tourneroit avec toute ſa vîteſſe, & ſans être modérée par le balancier ; c'eſt pour prévenir cet accident, (qu'on appelle *Renverſement*) que l'on borne la révolution du balancier à 240 degrés ou à peu près. C'eſt à cet uſage que ſont deſtinées les chevilles 1, 2, portées par le balancier *A* (*fig.* 7) ; la cheville *s*. s'oppoſe à leur paſſage avant que les palettes ſoient renverſées & déſengrenent de la roue d'échappement.

139. La roue *M* s'appelle *Roue de longues tiges* : on l'appelle auſſi *Roue des minutes*.

140. La roue *L* s'appelle *la petite Roue moyenne*.

141. On nomme *Roue de champ* celle *K*.

142. Le reſſort *O P* eſt le *moteur* de cette machine portative.

143. On appelle *Roue de cadran*, la roue *V* dont le canon prolongé porte l'aiguille des heures.

144. La roue *T* s'appelle *Roue de renvoi* ; & ſon pignon *g* *Pignon de renvoi*.

145. On appelle *Roues de cadran* ou *Minuteries*, celles *V*, *T*, *Q*, *g*, placées entre la platine & le cadran, & qui ſervent à la conduite des aiguilles.

146. On appelle *Potence* la piece *I* dans laquelle roule le pivot *r* de la roue de rencontre *C*; & *Contrepotence* la piece *H* dans laquelle roule l'autre pivot du pignon de rencontre *d*.

147. Voilà en gros la notion d'une machine portative propre à meſurer le temps, & telle à peu-près que les premieres montres ont été faites. Il faut maintenant parler des défauts qu'elles avoient, & dire la maniere dont on y a remédié; enfin décrire la diſpoſition actuelle des Montres.

148. Nous avons fait obſerver que le balancier n'avoit aucune tendance à ſe mouvoir d'un côté plutôt que de l'autre, quoiqu'on le faſſe tourner; il n'a donc, par lui-même, aucun principe de juſteſſe; il eſt ſuſceptible de toutes les différentes impreſſions du moteur; & comme, par ſa nature, le reſſort change de force à meſure qu'il eſt plus tendu, il ſuit de-là qu'une machine, telle que nous l'avons décrite, ſeroit ſuſceptible de beaucoup d'inégalités.

149. Pour remédier aux défauts cauſés par l'inégalité des forces du reſſort, on a inventé le méchaniſme ſuivant. La chaîne *H* (*Pl. VII*, *fig.* 4) qui entoure le barillet *A*, & qui eſt attachée à la poulie conique ou ſpirale *G*, qu'on appelle la *Fuſée*, tend par la force du reſſort renfermé dans le barillet à faire tourner cette fuſée, & par conſéquent la roue *F* qui eſt fixée ſur ſon axe; or, par la nature des rouages, la force que la chaîne communique à la fuſée a d'autant plus ou moins d'effet qu'elle atteint cette fuſée plus loin ou plus près de ſon axe. On peut donc tailler la fuſée de ſorte qu'à meſure que la force du reſſort devient plus petite en ſe débandant, la chaîne atteigne la fuſée dans des points de plus en plus éloignés de ſon axe; de ſorte qu'il en réſulte une égalité continuelle d'effet.

150. Enfin, pour obvier à preſque tous les inconvénients qui s'oppoſent au mouvement uniforme de la machine, on a inventé le *reſſort ſpiral*, qui a donné au balancier toutes les propriétés d'un vrai régulateur.

151. On appelle *Spiral*, un reſſort *u s* (*fig.* 9) plié ſelon une figure approchante de la ſpirale des Géometres. Dans cet état, ce reſſort tend par ſa nature à reprendre cette figure

ſpirale, ſi par quelque effort on la lui fait perdre. Le bout intérieur du ſpiral eſt fixé à une virole traverſée par l'axe du balancier ſur lequel elle tient à frottement; le bout extérieur *p* eſt arrêté ſur la cage de la machine. Lors donc que l'on fait tourner le balancier, & qu'ainſi on l'écarte du point de repos où le laiſſe le ſpiral, ce reſſort, contraint de changer de figure, en reſſerrant ou en étendant ſes ſpires, tend à la reprendre avec d'autant plus de force que l'arc décrit par un point quelconque de la circonférence du balancier aura été d'un plus grand nombre de degrés : ainſi lorſqu'en ceſſant d'agir ſur le balancier, on l'abandonnera à lui-même, le ſpiral reprenant ſa figure, ramenera, par un mouvement accéléré, le balancier au point de repos d'où on l'a tiré; mais lorſqu'il y ſera parvenu, ſa vîteſſe acquiſe par l'accélération lui fera parcourir autant de chemin de l'autre côté qu'on lui en avoit fait faire en l'écartant. Ce paſſage au-delà du point de repos, ſe fera par un mouvement retardé, parce que le reſſort ſpiral ſera contraint de changer encore de figure, juſqu'à ce que la réſiſtance que ſon élaſticité y oppoſera, ait éteint le mouvement acquis; alors le reſſort reprenant ſa figure, retournera ſur ſes pas par un mouvement accéléré juſqu'au premier point de repos, puis retardé en paſſant au-delà, comme dans la premiere vibration. Ainſi en allant & revenant continuellement ſur lui-même, le balancier conſerve l'iſochroniſme par l'action du ſpiral, comme le Pendule par celle de la peſanteur.

152. Or, ſans le frottement que les pivots du balancier éprouvent tant par la preſſion que ſon poids cauſe, que par ſon mouvement, & ſans la réſiſtance de l'air, un balancier une fois mis en mouvement, continueroit à vibrer éternellement avec la même vîteſſe, & en faiſant des vibrations d'égales durées; mais ces obſtacles ſont ſi conſidérables, que le mouvement imprimé au balancier ceſſeroit au bout de quelques minutes, s'il n'étoit renouvellé à chaque inſtant par une force motrice, qui doit être d'autant plus grande que le mouvement imprimé dureroit moins.

153. Nous avons vu (31) que dans les Pendules la force

motrice doit être ſeulement capable d'entretenir le mouvement imprimé d'abord à ce régulateur ; mais ce n'eſt pas la même choſe dans les Montres qui ſont expoſées à toutes ſortes de mouvements & de ſecouſſes. Si la force motrice n'étoit que ſuffiſante pour entretenir le mouvement du balancier, il arriveroit qu'une ſecouſſe dans un ſens contraire au mouvement du balancier, feroit arrêter la Montre, laquelle ne pourroit reprendre ſon mouvement, à moins qu'on ne le redonnât de nouveau au balancier ; défaut très-grand, qui rendroit une Montre inutile, puiſqu'on ne ſeroit jamais aſſuré qu'elle eût marché deux heures de ſuite, ſans avoir été arrêtée par quelques ſecouſſes, & remiſe en mouvement par d'autres après quelques moments de repos. Cette machine ainſi compoſée ne pourroit donc ſervir à la meſure du temps. Pour prévenir un tel obſtacle, il eſt néceſſaire que la force motrice ſoit aſſez grande pour pouvoir donner elle-même le mouvement au balancier, ſans qu'il ſoit beſoin de le mettre en vibration. De cette maniere, il n'y a pas d'agitations qui puiſſent arrêter la montre ; car elles ne pourront jamais empêcher que la force motrice qui domine ſur le balancier, ne lui rende ſon mouvement immédiatement après l'action de la ſecouſſe qui tendoit à l'arrêter ; & quand même on parviendroit à compoſer un régulateur qui pût détruire par lui-même toutes les impreſſions des ſecouſſes, & de maniere que ſon mouvement n'en fût jamais interrompu, il ſeroit encore néceſſaire que la force motrice fût aſſez grande pour donner à ce régulateur le mouvement de vibration, comme nous le ferons voir dans la ſeconde Partie.

Paſſons maintenant à la deſcription d'une Montre de la conſtruction actuellement la plus ſuivie.

CHAPITRE IX.

Deſcription d'une Montre à Roue de rencontre.

154. LES Planches VI & VII repréſentent toutes les parties d'une Montre à échappement, à roue de rencontre.

PLANCHE VI.

155. La figure premiere fait voir la Montre toute montée, vue en perſpective.

156. La ſeconde repréſente l'intérieur de la montre, c'eſt-à-dire, toutes les pieces qui ſe poſent ſur la platine des piliers, lorſqu'on veut les remettre en place après avoir démonté la Montre.

157. La troiſieme fait voir l'autre côté de la même platine, avec les pieces qui ſont ſous le cadran, & qui ſervent à faire marcher les aiguilles.

158. Les figures 1 & 2 de la VII^e^ Planche repréſentent les côtés intérieurs des platines qui forment la cage dans laquelle on place le rouage de la Montre.

159. La figure 3 de la même Planche repréſente le cadran poſé ſur la platine de la figure 3, Planche VI, avec les aiguilles ajuſtées ſur leurs canons.

160. Les figures 4, 5, 6, 7, de la Planche VI, & les figures 4, 5, 6, 7, 8, 9, de la Planche VII, ſont des développements des parties de la Montre. Venons à la deſcription de chaque partie.

161. La figure 2 (*Planche VI*) repréſente, comme j'ai dit, l'intérieur de la montre. *A* eſt le tambour ou barrillet dans lequel eſt contenu le reſſort ou moteur (*fig.* 5 *Pl. VII*). *B* eſt la roue de fuſée qui communique au barrillet par le moyen de la chaîne *H r* (149).

162. La grande roue *B* ou roue de fuſée engrene dans le pignon *a* qui porte la roue à longue tige *C*. Le pivot prolongé de ce pignon paſſe à travers la platine, & porte la chauſſée (130) *C* (*fig*. 6). Le pignon *K* de cette chauſſée (*fig*. 3), qui eſt le même vu, (*fig*. 6) engrene dans la roue de renvoi *E*; celle-ci porte un pignon *D* qui fait mouvoir la roue de cadran *F* (*fig*. 7). Le bout de la chauſſée (*fig*. 6) porte l'aiguille des minutes; le bout du canon de la roue *F* de cadran (*fig*. 7) porte l'aiguille des heures. La roue de longue tige *C* (*fig*. 2) engrene dans le pignon *b* qui porte la petite roue moyenne *D*; celle-ci engrene dans le pignon *c* qui porte la roue de champ *E*, vue en perſpective (*fig*. 1); cette roue engrene dans le pignon *e* de la roue de rencontre ou d'échappement (*fig*. 4 *&* 5), laquelle roule dans les trous des pieces portées par le deſſous de la platine *MM* (*fig*. 1) : le deſſous de cette platine eſt repréſenté (*Pl. VII*, *fig*. 1) portant la roue de rencontre *R*, dont les pivots roulent dans les trous de la potence *P* & de la contre-potence *A*: l'axe de cette roue eſt parallele à la platine.

163. Le balancier *B* ſe meut dans une eſpece de cage formée par le coq *CC* (*fig*. 1) & par la potence *P* portée par le deſſous de la platine *MM*, comme cela ſe voit (*Pl. VII*, *fig*. 1).

Le pivot ſupérieur *a* du balancier (*Pl. VI*, *fig*. 4) tourne dans le trou *o* (*fig*. 1) du *coqueret p o* qui tient au coq *CC*, ſous lequel tourne le balancier; & le pivot inférieur *b* (*fig*. 4 ou 5) tourne dans un trou fait en *o* à la potence *P* (*Pl. VII*, *fig*. 1) qui eſt développée dans la figure 7. La partie *q* de la potence *P* forme un petit hémiſphere dont le trou du pivot eſt le centre; le ſommet de cet hémiſphere n'eſt ſéparé de la plaque *op* que par un petit intervalle par lequel s'introduit l'huile qu'on met aux pivots, & qui ne s'extravaſe jamais du trou, étant attirée par la ſurface de la plaque & le ſommet de l'hémiſphere : cette diſpoſition eſt très-eſſentielle pour conſerver l'huile : le coqueret *op* du coq du balancier (*fig*. 1) eſt arrangé de la même maniere.

164. La vis *V* ſert à faire mouvoir le *lardon* *L* de la potence qui porte le trou où entre le pivot de la roue de rencontre ; ce mouvement du lardon *L* eſt pour ſervir à former l'échappement, & à rendre égales les chûtes de la roue de rencontre.

La piece *o p* eſt une plaque d'acier qui s'attache à la potence pour recevoir le bout du pivot de la verge 2 (*fig.* 10).

165. La piece *A* (*figure* 1) eſt la contre-potence qui ſert à porter le pivot inférieur *r* de la roue de rencontre *R*; le bout du pivot roule ſur une plaque d'acier que porte cette contrepotence à laquelle elle tient par le moyen d'une vis.

166. Les figures 9 & 10 (*Pl. VII*), repréſentent le balancier avec ſon ſpiral *a s*: *p* eſt le *piton* qui fixe le bout extérieur du ſpiral avec la platine. *R r* (*fig.* 9) eſt le *rateau* dont le bras *a* eſt fendu pour contenir le reſſort ſpiral : ce rateau *R r* ſert à déterminer la longueur du ſpiral, & par conſéquent à régler la montre, ſelon qu'on approche la fente *a*, ou qu'on l'éloigne du piton *p*. Si on l'approche de *p*, pour lors le reſſort ſpiral agira par une plus grande longueur (a) ; il ſera par conſéquent plus lent dans ſes vibrations, & la Montre retardera. Si au contraire on éloigne la fente *a* du piton *p*, le reſſort ſera plus court, il aura par conſéquent plus de vîteſſe, & fera avancer la Montre.

167. Le rateau *R r* s'ajuſte ſous la piece *c c* (*fig.* 6) qu'on appelle la *Couliſſe*. La couliſſe ſe fixe ſur la platine au moyen de deux vis. Elle ſert à contenir le rateau & à diriger ſon chemin autour du centre du balancier : le rateau eſt retenu ſous la couliſſe par une rainure faite comme on le voit dans la figure 6. On appelle *Couliſſerie*, l'aſſemblage formé par le rateau & la couliſſe.

168. L'anneau ou cercle *B B* du balancier porte en deſſous une cheville qui détermine l'étendue de ſes vibrations (n° 138). Pour cet effet cette cheville eſt arrêtée par les bouts *c c* de la couliſſe (*fig.* 6).

---

[a] La longueur effective du ſpiral ne ſe meſure que depuis *b* au point où eſt fixé l'autre bout du ſpiral, puiſque la fente du bras *b* empêche qu'il n'agiſſe de plus loin.

169. Pour faire mouvoir ce rateau *R r* (*fig.* 9, le quarré qui porte l'aiguille *t* qu'on appelle *l'Aiguille de Roſette*, porte auſſi la roue *S*, laquelle engrene dans le rateau; & ſelon qu'on tourne cette aiguille, on fait avancer ou reculer le rateau, & par conſéquent on fait avancer ou retarder la Montre, comme je viens de le dire. Le chemin de cette aiguille *t* eſt marqué par le cadran *R* (*Pl. VI*, *fig.* 1) : ce cadran qu'on appelle auſſi la *Roſette*, porte des diviſions qui indiquent la quantité dont on fait marcher l'aiguille.

170. La figure 8 Planche VII repréſente la fuſée *F* & la roue B : voici la maniere dont elles s'ajuſtent enſemble. La roue *ff* qui eſt au-deſſous de la fuſée, eſt taillée en rochet, c'eſt-à-dire, que les dents ſont droites d'un côté & inclinées de l'autre; ſon uſage eſt le même que celui qu'on a vu dans les remontoirs des Pendules (n° 34).

171. La roue *B* eſt appliquée contre le rochet *ff* de la fuſée par le moyen de la virole *C* laquelle entre à frottement ſur l'axe de la fuſée; ce qui l'empêche de s'en écarter, lui permettant ſeulement de tourner.

172. Lorſque l'on remonte les Montres, on ſent un arrêt qui empêche de monter le reſſort plus haut, & par conſéquent de rien forcer : voici comment cet effet ſe produit. La platine *NN* (*fig.* 1) porte la piece ou bras *b* mobile ſur le piton *B*. Ce bras peut ſeulement s'approcher ou s'éloigner de la platine : le reſſort *r* tend continuellement à l'en éloigner. Lorſqu'on remonte la Montre, la chaîne *H* (*fig.* 4) qui actuellement entoure le tambour *A*, s'applique dans la rainure de la fuſée *F*, en commençant par la baſe & finiſſant au ſommet; pour lors la chaîne agit ſur le bras *b*, & l'oblige de s'approcher de la platine; continuant à tourner la fuſée, le crochet *G* qu'elle porte vient arcbouter contre le bout *b* du bras, ce qui arrête l'effort de la main, & avertit que la Montre eſt remontée au haut. Lorſque la fuſée eſt entraînée par le reſſort ou moteur, la chaîne s'applique de nouveau ſur le barrillet *A*, & le reſſort *r* éloigne le bras *b*, qui permet au crochet *G* de la fuſée de paſſer entre lui & la platine. On

appelle *Garde-chaîne* les pieces *b*, *B r*, qui empêchent de trop remonter la Montre.

173. Le reſſort (*fig.* 5) fait voir le moteur d'une Montre dans ſon état naturel & développé : il ſe met dans le barrillet ou tambour *A*. Pour le faire entrer dans le barrillet, on ſe ſert d'un arbre portant un crochet qui agit ſur le bout intérieur du reſſort, lequel porte une ouverture pareille à celle *o* du bout extérieur. Ainſi tournant cet arbre, les ſpires du reſſort ſe reſſerrent & s'approchent ; & on leur fait occuper un petit volume capable d'entrer dans le barillet *A*. Un bout de l'arbre *a* porte quarrément une roue *R* (*fig.* 4) qu'on appelle *Roue de vis ſans fin* ; elle doit être de l'autre côté du barrillet ; mais comme elle n'auroit pu être vue, je l'ai fait repréſenter deſſus, comme on voit, pour en mieux faire ſentir l'uſage ; les dents de cette roue entrent dans le pas de la vis ſans fin *V* (*fig.* 2) ; c'eſt au moyen de cette roue *R*, & de la vis *V*, que l'axe du barrillet reſte immobile, tandis que le barrillet tourne & que le reſſort ſe monte, ſelon que l'y oblige la fuſée, & qu'il ſe développe enſuite par ſa force naturelle qui tend à reprendre la premiere ſituation : pour cet effet un des bouts *r* du reſſort s'accroche à l'arbre immobile *a*, & l'autre tient au barrillet *A*, & par conſéquent celui-ci tourne, ſelon qu'il eſt entraîné par le reſſort ; ainſi les ſpires du reſſort s'enveloppent l'une ſur l'autre, lorſqu'avec la fuſée on fait tourner le barillet, & avec lui le bout *o*, & ainſi de ſuite, &c.

174. Le bout extérieur du reſſort eſt détrempé pour faire l'ouverture *o*, ce qui le rend ſujet à fléchir près de l'endroit où il eſt accroché, & à frotter contre les ſpires de ce reſſort. Pour y obvier, on ſe ſert d'une piece qu'on appelle *Barrette*. Cette piece traverſe le barrillet dans ſon épaiſſeur à ſoixante degrés environ du point de la circonférence intérieure du barrillet où eſt placé le crochet. Elle s'applique ſur la lame du reſſort à l'endroit où elle eſt trempée ; & c'eſt de ce point que l'on compte l'action du reſſort ; de même que celle du reſſort ſpiral du balancier des Montres ſe compte de la fente du rateau.

175. La vis ſans fin *V* porte un bout quarré, au moyen duquel on peut faire tourner l'arbre du barrillet, & donner plus ou moins de tenſion au reſſort.

CHAPITRE X.

Deſcription d'une Montre à répétition, avec un échappement à Cylindre, *ſelon la conſtruction de* GRAHAM.

176. CE QUE j'ai dit ſur les répétitions dans les Horloges à Pendules, & ſur la Montre ſimple, étant une fois bien entendu, on concevra aiſément le méchaniſme d'une Montre à répétition, qui n'eſt en petit que ce qu'eſt une Pendule en grand.

177. La figure premiere de la Planche VIII repréſente le rouage du mouvement (a) & de la répétition, & toutes les pieces qui ſont miſes entre les deux platines.

178. Le reſſort du mouvement eſt contenu dans le barrillet *A* : *B* eſt la grande roue ou la roue de fuſée ; *C*, la grande roue moyenne dont le pivot prolongé porte la chauſſée (162) ſur laquelle s'ajuſte l'aiguille des minutes ; *D* eſt la petite roue moyenne ; *E*, la roue de champ, & *F*, la roue *de cylindre* ou d'échappement. La fuſée *I* eſt ajuſtée ſur la grande roue *B* de la même maniere que nous l'avons vue (171); pour celle de la montre, la chaîne l'entoure de même, & tient de même au barrillet : le crochet *O* ſert à arrêter la main lorſqu'on a remonté la Montre au haut ; il arrête ſur le bout du garde-chaîne *C* (*figure* 2) qui tient à l'autre platine :

---

[a] On diſtingue ici entre les roues, celles du mouvement ou qui ſervent à meſurer le temps, comme les roues *B*, *C*, *D*, *E*, *F*; & celles de la répétition qui ſervent à régler l'intervalle entre les coups de marteau ; telles ſont les roues, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, dont l'aſſemblage s'appelle le *Petit Rouage*.

ſon effet ſe fait de même que celui de la Montre ſimple (172). La figure 3 repréſente le développement de l'échappement à cylindre, (dont on verra la deſcription, chapitre XXII). *B* eſt le balancier fixé ſur le cylindre; *F* eſt la roue de cylindre, laquelle eſt repréſentée comme tendant à agir ſur le cylindre & à faire faire des vibrations au balancier: je n'ai pas fait mettre le ſpiral ni ce qu'on appelle *la Couliſſerie* (167), & le deſſus de la platine; (on appelle *Deſſus de Platine*, les pieces qui ſe mettent ſur la platine du balancier (*Pl. VI. fig.* 1), comme la *Roſette*, *le Coq & la Couliſſerie*, toutes ces parties étant les mêmes que celles de la Montre à roue de rencontre, vue dans les figures *6* & *9* de la Planche VII, & décrite dans le Chapitre précédent.

179. Le rouage de la répétition eſt compoſé de cinq roues *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, du pignon *f* & de quatre autres pignons. L'effet de ce rouage eſt de régler l'intervalle entre chaque coup de marteau ([a]).

180. La premiere roue *a* ou grande roue de ſonnerie, porte un cliquet & un reſſort ſur lequel agit un petit rochet mis ſous le rochet *R*, ce qui forme un encliquetage comme celui que l'on a vu à la premiere roue de répétition (*Pl. V*, *fig.* 1), dont l'uſage eſt le même, c'eſt-à-dire, que quand on pouſſe le pouſſoir, le rochet *R* rétrograde, ſans que la roue *a* tourne; & le reſſort qui eſt dans le barillet *B* (*fig.* 2) ramenant le rochet *R*, dont l'axe *g* eſt accroché au reſſort, le petit rochet arc-boute contre le cliquet, fait tourner la roue *a*, & le rochet *R* fait frapper le marteau *M*, dont le bras *m* eſt engagé dans les dents de ce rochet.

181. Le reſſort *r* attaché à la platine (*fig.* 2) agit ſur

---

[a] De ſorte que ſi l'on fait la premiere roue *a* de 42 dents, la ſeconde *b* de 36, la troiſieme *c* de 33, la quatrieme *d* de 30, & la cinquieme *e* de 25; ſi de plus tous les pignons où ces roues engrenent, ont 6 dents: pendant que la premiere *a* fera un tour, le pignon *f* en fera 4812 $\frac{1}{2}$: or le rochet *R* que porte la premiere roue *a*, eſt ordinairement diviſé en 24 parties, dont on retranche enſuite la moitié, afin qu'il n'en reſte que 12 pour frapper 12 coups pour les 12 heures. Si donc on diviſe 4812 par 24, on aura le nombre de tours que fait le cinquieme pignon pour chaque coup de marteau; cela donne 200 $\frac{1}{2}$ tours du pignon *f* pour une dent du rochet *R*.

la petite partie *n* du bras *m* (*fig.* 1) : l'effet de ce reſſort eſt de preſſer le bras *m* contre les dents du rochet, de ſorte que lorſqu'on fait répéter la Montre, le rochet *R* rétrograde & le reſſort *r* ramene toujours le bras *m*, afin que les dents du rochet faſſent frapper le marteau. Paſſons maintenant à la deſcription de la Cadrature.

PLANCHE IX.

182. La figure premiere repréſente cette partie d'une répétition qu'on appelle *Cadrature*. Elle eſt vue dans l'inſtant où l'on vient de pouſſer le bouton pour la faire répéter (a). *P* eſt l'anneau auquel tient le pouſſoir; il entre dans le canon *O* de la boîte, & s'y meut ſur ſa longueur, en tendant au centre; il porte la piece *p* qui eſt d'acier, & fixée au pouſſoir; elle eſt limée, plate par deſſous; une plaque qui tient à la boîte ſert à l'empêcher de tourner, & lui permet ſeulement de ſe mouvoir ſur ſa longueur; l'excédent de cette piece eſt pour retenir le pouſſoir de maniere qu'il ne puiſſe ſortir du canon de la boîte.

183. Le bout de la piece *p* agit ſur le talon *t* de la *crémaillere C C*, laquelle a ſon centre de mouvement en *y*, & dont l'extrémité *c* fixe un bout de la chaîne *s s*. L'autre bout tient à la circonférence d'une poulie *A* miſe quarrément ſur l'axe prolongé de la premiere roue du petit rouage. Cette chaîne paſſe ſur une ſeconde poulie *B*.

184. Si donc on pouſſe le pouſſoir *P*, le bout *c* de la crémaillere parcourra un certain eſpace, & par le moyen de la chaîne *s s*, il fera tourner les poulies *A*, *B*; ainſi le rochet *R* (b) (*fig.* 2) rétrogradera juſqu'à ce que le bras *b* de la

---

[a] En ôtant d'abord les aiguilles & enſuite la vis qui attache le cadran des répétitions, on verra le même méchaniſme que préſente cette figure; c'eſt la diſpoſition de cadrature la plus généralement ſuivie; elle eſt ſolide, & d'une exécution facile.

[b] Pour mieux concevoir l'effet & la diſpoſition de cette répétition, il ne faut que jetter un coup d'œil ſur la figure 2 : on voit en perſpective la *crémaillere y c*, le limaçon *L* des heures & l'étoile *E*, les poulies *A* & *B*, le rochet *R*, la roue *a*, la levée *m n* & le grand marteau; or ce ſont les principales parties d'une répétition : elles ſont deſſinées comme ſi elles étoient actuellement en mouvement

crémaillere

crémaillere appuie ſur le limaçon *L* ; pour lors le reſſort moteur de la répétition ramenant le rochet & les pieces qu'il porte, le bras *m* ſe préſentera aux dents de ce rochet, & le marteau *M* frappera les heures, dont la quantité dépend du pas du limaçon *L* qui ſe préſente au bras *b*.

185. Le limaçon *L* eſt fixé à l'étoile *E* par le moyen de deux vis : ils tournent l'un & l'autre ſur la tige de la vis *V* portée par le tout-ou-rien *TR* qui ſe meut ſur ſon centre *T* ; le tout-ou-rien forme avec la platine une cage où tournent l'étoile & le limaçon des heures. Voyons maintenant comment les quarts ſont répétés.

186. Outre le marteau *M* des heures, il y en a un autre *N* (*Pl. VIII, fig.* 1), dont l'axe ou pivot paſſe dans la cadrature & porte la piece 5,6 (*Planche IX*) ; le pivot prolongé du grand marteau paſſe auſſi dans la cadrature, & porte le petit bras *q* : ces pieces 5,6 & *q* ſervent à faire frapper les quarts à doubles coups. C'eſt là l'effet de la piece des quarts *Q*, laquelle porte en *F* & en *G* des dents qui agiſſent ſur les pieces *q*, 6, & font frapper le marteau : cette piece *Q* eſt entraînée par le bras *K* que porte l'axe du rochet *R* au-deſſus de la poulie *A*, de maniere que, lorſque les heures ſont répétées, le bras *K* agit ſur la cheville *G* fixée ſur la piece des quarts, & l'oblige de tourner & de lever les bras *q* & 6, & par conſéquent les marteaux.

187. Le nombre de quarts que doivent frapper les marteaux, eſt déterminé par le limaçon des quarts *N*, ſelon les enfoncements *h*, 1, 2 ou 3 qu'il préſente ; la piece des quarts *Q* preſſée par le reſſort *D*, rétrograde ; & les dents s'engagent plus ou moins avec les bras *q*, 6, qui ont auſſi un mouvement rétrograde, & ſont ramenés par les reſſorts 10 & 9 : le bras *K* ramenant la piece des quarts, le bras *m* que porte cette piece, agit ſur l'extrémité *R* du tout-ou-rien *TR*, dont l'ouverture *x*, à travers de laquelle paſſe une branche fixée à la platine, permet que *R* parcoure un petit eſpace : le bras *m* étant parvenu à l'extrémité *R* ; celle-ci preſſée par le reſſort *i x* revient à ſon premier état, de maniere que le bras *m*

poſe ſur le bout *R*, & que la piece des quarts ne peut rétrograder ſans qu'on éloigne le tout-ou-rien. Le bras *u* que porte la piece des quarts, ſert à renverſer la levée *m* (*fig.* 2) dont la partie 1 paſſe dans la cadrature ; enſorte que lorſque les heures & les quarts ſont répétés, la piece des quarts continue encore à ſe mouvoir, & le bras *u* renverſe la levée *m* de la Planche VIII, au moyen de la cheville 1 qui paſſe à la cadrature, & la met par ce moyen hors de priſe du rochet *R*, pendant tout le temps que le tout-ou-rien *TR* ne laiſſera pas rétrograder la piece des quarts ; ce qui n'arrivera que dans le cas où ayant pouſſé le pouſſoir, le bras *b* de la crémaillere preſſe le limaçon, & faſſe parcourir un petit eſpace à l'extrémité *R* du tout-ou-rien : alors la piece des quarts deſcendra & dégagera les levées, & les marteaux frapperont le nombre d'heures & de quarts que donnent les limaçons *L* & *N*.

188. Le grand marteau porte une cheville 3 qui paſſe dans la cadrature au travers de l'ouverture 3 : le reſſort *r* agit ſur cette cheville, & fait frapper le grand marteau : ce marteau porte une autre cheville 2 qui paſſe auſſi dans la cadrature par l'ouverture 2 ; c'eſt ſur celle-ci qu'agit le petit talon de la levée *q* pour lui faire frapper les coups pour les quarts : le petit marteau porte auſſi une cheville qui paſſe dans la cadrature par l'ouverture 4 ; c'eſt ſur cette cheville que preſſe le reſſort 7. Pour faire frapper le marteau des quarts, le reſſort *S* eſt le ſautoir qui agit ſur l'étoile *E*.

189. La figure 4 repréſente la chauſſée & le limaçon *N* (*fig.* 1) vu en perſpective. Le limaçon *N* des quarts eſt rivé ſur le canon *c* de chauſſée dont l'extrémité *D* porte l'aiguille des minutes : ce limaçon *N* porte la ſurpriſe *S* dont l'effet eſt le même qu'à celle de la répétition en Pendule ; c'eſt-à-dire que lorſque la cheville *O* de la ſurpriſe fait avancer l'étoile, & que le ſautoir acheve de la faire tourner, une des dents de l'étoile vient toucher la cheville *O* qui porte la ſurpriſe, & fait avancer la partie *Z* (*fig.* 1) de cette ſurpriſe, en ſorte que le bras *Q* de la piece des quarts porte deſſus cette partie *Z*, & empêche la piece des quarts de deſcendre dans le pas 3 du

limaçon ; ainſi la piece répete ſeulement l'heure. Ce changement d'une heure à l'autre ſe fait par ce moyen en un inſtant, & la piece frappe exactement les heures marquées par les aiguilles.

190. Le canon de la chauſſée *c D* (*fig.* 4) eſt fendu, afin qu'il puiſſe faire reſſort ſur la tige de la grande roue moyenne ſur laquelle il entre à frottement, aſſez doux pour pouvoir tourner aiſément l'aiguille des minutes de côté & d'autre ; & en avançant & reculant ainſi cette aiguille ſelon qu'il en eſt beſoin, on met auſſi à l'heure l'aiguille des heures.

191 Il eſt bon de détromper ici les perſonnes qui croient qu'on fait tort aux Montres en faiſant tourner l'aiguille des minutes en arriere ; pour ſe convaincre que cela n'y fait rien, il ſuffit de remarquer la poſition que doivent avoir les pieces d'une cadrature de répétition, lorſqu'elle a répété l'heure, & que le moteur a ramené & écarté toutes les pieces qui communiquent aux limaçons *L*, *N* ; car pour lors il ne reſte de communication entre les pieces du mouvement & celles de la cadrature, que celle de la cheville *O* du lima çon ou surpriſe, avec les dents de l'étoile *E* que rien n'empêche de rétrograder. Si donc on fait tourner l'aiguille des minutes d'un tour en arriere, la cheville *O* fera auſſi rétrograder une den de l'étoile ; & ſi l'on fait répéter enſuite la Montre, elle frappera toujours juſte les heures & quarts marqués par les aiguilles. Mais il eſt à obſerver que ſi l'on tournoit les aiguilles dans le temps même qu'on fait répéter la Montre, alors elles ſeroient empêchées : il faut donc, pour toucher aux aiguilles d'une Montre ou Pendule à répétition, attendre qu'elle ait répété l'heure, & que toutes les pieces ayent repris leurs ſituations naturelles.

192. Il eſt aiſé de conclure de-là que, puiſqu'à une montre à répétition on peut avancer & rétrograder, ſelon qu'il eſt beſoin, l'aiguille des minutes, à plus forte raiſon cela eſt-il poſſible dans une Montre ſimple, où aucun obſtacle ne s'y oppoſe.

193. Quant à l'aiguille des heures d'une Montre à répé-

tition, on ne doit la faire tourner, ſans celle des minutes, que dans le cas ſeulement où la répétition ne frapperoit pas l'heure marquée par l'aiguille des heures; pour lors il faudroit remettre cette aiguille à l'heure que frappe la répétition.

Lorſque la répétion ſe dérange d'elle-même d'avec l'aiguille des heures, c'eſt une preuve que le ſautoir *S* ou la cheville *O* du limaçon ne produit pas bien ſon effet.

194. La roue de renvoi (*fig.* 6) ſe poſe & tourne ſur la broche 12 (*fig.* 1): cette roue engrene dans le pignon de la chauſſée *N*; celui-ci a 12 dents; la roue (*fig.* 6) en a 36: la chauſſée fait donc 3 tours pendant qu'elle en fait un; celle-ci porte un pignon qui a 10 dents, qui engrene dans la roue de cadran (*fig.* 5) qui en a 40: la roue (*fig.* 6) fait donc 4 tours pour un de la roue de cadran; la chauſſée fait par conſéquent 12 tours pour un de la roue de cadran: or la chauſſée fait un tour par heure; la roue de cadran reſte donc 12 heures à faire une révolution: c'eſt le canon de cette roue qui porte l'aiguille des heures. La levée *m n* (*fig.* 2) peut décrire un petit arc qui permet au rochet *R* de rétrograder; & dès que le moteur le ramene, le bras 1 de la levée entraîne le marteau *M*.

195. La figure 3 repréſente le deſſous du tout-ou-rien avec deux broches, l'une *u*, ſur laquelle il ſe meut, & l'autre *x*, ſur laquelle tourne l'étoile & le limaçon vu (*fig.* 7): le trou *e* de cette piece ſert à laiſſer paſſer le quarré de la fuſée du mouvement, lequel paſſe au cadran pour remonter la Montre.

196. *W* (*fig.* 1) eſt le reſſort de cadran; c'eſt lui qui empêche que le mouvement ne s'ouvre.

Y eſt un petit pont qui retient la crémaillere, & l'empêche de s'éloigner de la platine, lui permettant ſeulement de tourner ſur elle-même.

197. Toutes les parties de la répétition que nous venons de décrire ſe logent ſur la platine, & ſont recouvertes par le cadran; ainſi il faut qu'entre la platine (*fig.* 1) & le cadran, il y ait un intervalle qui permette le jeu de la cadrature: c'eſt à cet uſage qu'eſt deſtinée une piece qui n'eſt pas ici repré-

ſentée, & qu'on appelle la *Bâte*. Cette bâte eſt une eſpece de cercle ou virole qui s'emboîte ſur la circonférence de la platine avec laquelle elle eſt retenue au moyen des *clefs* 13 & 14: la bâte eſt recouverte par le cadran; celui-ci ſe fixe après la bâte au moyen d'une vis.

REMARQUES.

198. Une répétition eſt faite pour frapper l'heure qu'il eſt au moment que l'on preſſe le pouſſoir; ainſi il faut diſpoſer la machine de maniere qu'elle ſoit facile à pouſſer, & que les coups de marteaux ſoient les plus forts poſſibles. Quant au premier, cela dépend de deux choſes (la force du reſſort étant donnée) de la longueur du pouſſoir, c'eſt-à-dire, de l'eſpace parcouru & de la maniere de faire agir le pouſſoir ſur la crémaillere: par rapport à ce dernier, il faut tellement placer la crémaillere que le point de contact du pouſſoir ſuive l'arc décrit par la crémaillere; de cette maniere la force ne ſe décompoſera pas, ainſi l'action de la main ſur le pouſſoir agira entiérement ſur la crémaillere.

199. Par rapport au pouſſoir, ſa longueur dépend du point où il agit ſur les crémailleres, c'eſt-à-dire, ſelon qu'il agit plus ou moins près du centre de mouvement: on voit clairement que s'il agit près du centre, il faudra plus de force, mais qu'il parcourra un moindre eſpace; & au contraire. Quant à la force du coup de marteau, elle eſt limitée par la force du reſſort moteur, & par la force que le petit rouage exige pour être mû; car il eſt clair que ce n'eſt que l'excédent de cette force du reſſort ſur la réſiſtance du rouage, que l'on peut employer pour lever le marteau; le nombre des coups de marteau pour une révolution du rochet, détermine encore la force du coup.

◆

CHAPITRE XI.

Deſcription d'une Montre à réveil.

200. LES Montres à réveil ſont des machines diſpoſées de maniere qu'une heure quelconque étant donnée, un marteau frappe ſur un timbre, & fait un bruit capable d'éveiller. Ce marteau eſt mis en mouvement par un petit rouage particulier ſur lequel agit un reſſort ſemblable à celui (*Pl. VI fig.* 5), mais qui eſt plus petit. Lorſqu'on veut que le réveil frappe, on fait tourner le cadran *A* (*fig.* 1) juſqu'à ce que l'heure à laquelle on veut s'éveiller ſe trouve ſous la pointe *E* de l'aiguille des heures ; on remonte le reſſort du reveil, & on laiſſe marcher la Montre : lorſque l'aiguille des heures eſt parvenue ſur le grand cadran à l'heure marquée par l'aiguille ſur le cadran *A*, une détente qui communique au cadran, donne la liberté au petit rouage de tourner & de faire frapper le marteau ſur le timbre. Il y a différents moyens mis en uſage pour faire des réveils ; mais celui de tous qui eſt le plus ſimple, le plus facile à exécuter, & qui (médiocrement fait) eſt le plus ſolide, eſt celui dont on va voir la deſcription, & que repréſentent les figures 1, 2, 3, 4, (*Pl. X*).

PLANCHE X, *Figure* 2.

201. *B* eſt le barillet ou tambour du mouvement ; *A*, la roue de fuſée ; *F*, la fuſée ; *S*, la chaine ; *G*, le crochet qui arrête contre le garde-chaîne ; *C*, la grande roue moyenne ; *D*, la petite roue moyenne ; *E*, la roue de champ ; & *R* (*fig.* 4) la roue de rencontre ou d'échappement.

202. Les roues *C* & *R* (*fig.* 3) ſont les roues de cadran.

203. Voilà toutes les parties d'une montre ordinaire, ſemblable à celle que j'ai décrite Ch. IX. Il n'eſt donc pas be-

ſoin de répéter ici cette deſcription ; je m'arrêterai ſimplement à ce qui regarde le réveil.

204. La roue *G* (*fig.* 2) eſt la premiere roue de réveil : elle eſt portée par l'axe *m*, ſur lequel eſt fixé le rochet *N*, qui agit ſur l'encliquetage porté par la roue *G*.

205. La platine (*fig.* 4) s'applique ſur celle (*fig.* 2) qui porte les piliers ; ce qui forme la cage dans laquelle ſe meuvent les roues de la ſeconde figure : cette platine (*fig.* 4) ainſi miſe, l'axe *m* paſſe dans le trou du barillet *B*, en ſorte que ſon crochet *N* entre dans l'œil intérieur du reſſort ou moteur du réveil contenu dans le barillet. Ainſi lorſqu'on remonte cet axe, le crochet qu'il porte tend le reſſort dont le bout extérieur eſt attaché au bord extérieur du barillet ; & lorſque le reſſort ramene le crochet ou axe *N* & le rochet *m*, celui-ci agit ſur le cliquet porté par la roue *G*, & l'oblige de tourner, ainſi que la roue *n* portée par le pignon *g* dans lequel elle engrene, & fait par conſéquent auſſi tourner le pignon *f* : ſur celui-ci eſt fixée la roue ou rochet *R* qui eſt poſé ſur l'autre côté de la platine (*fig.* 3), de même que la roue *n* : les pivots de ces deux roues tournent dans les trous du pont *H*.

206. Les dents du rochet *R* d'échappement (*fig.* 3) agiſſent alternativement ſur les leviers *a*, *b* qui ſe communiquent le mouvement réciproquement au moyen des dents que ces leviers *a*, *b* portent. Le levier *a* eſt fixé & mis quarrément ſur le pivot prolongé *p* du marteau du réveil *M* (*fig.* 5) ; ce marteau eſt mobile, & ſe poſe en *I* (*fig.* 2) & paſſe ſous le barillet *B* du mouvement ; l'autre levier *b* ſe meut ſur une broche que porte la platine (*fig*, 3) : ces deux leviers *a* & *b* étant mis en mouvement par le rochet *R*, on voit que le marteau *M* (*fig.* 2) tournera, allant & venant alternativement de côté & d'autre ; & que ſi on place en *M* & *M* un corps ſonore, comme par exemple un timbre, ce marteau le fera ſonner avec une force relative à l'eſpace que le marteau parcourra, à la maſſe du marteau, à la force du moteur ou reſſort, & enfin à la grandeur du timbre : le bruit que doit faire un réveil dépend donc de ces différentes choſes, & de la maniere dont

la force du reſſort ſe communique au moteur, &c.

207. La piece *A* (*fig.* 3) eſt portée quarrément par le pivot prolongé de l'axe ou arbre *m* (*fig.* 2) : ce quarré ou pivot paſſe au cadran & ſert à remonter le réveil; cette piece porte une dent dont l'uſage eſt de régler le nombre de tours dont on doit remonter le reſſort du reveil. La petite roue *F* porte 3 dents qui n'occupent qu'une moitié ou partie de la circonférence ; en ſorte que ſi l'on fait tourner la dent de la piece *A*, elle entrera alternativement dans les vuides des dents de la roue *F*, & cela juſqu'à que cette roue *F* préſente la partie où il n'y a pas de dents ; pour lors la dent de la piece *A* ne pourra plus tourner, & ce reſſort ſera remonté; enfin lorſque le reſſort ſe développera, il ne tournera qu'au point où la dent de la piece *A* viendra poſer ſur le bord de la roue.

208. La roue *F* tourne ſur une broche ou vis portée par la platine : le reſſort ou piece *G* preſſe cette roue *F* de maniere qu'elle ne tourne qu'à frottement, lorſqu'elle y eſt obligée par la dent de la piece *A*. Voyons maintenant comment le rouage & le moteur ſont retenus lorſque le reſſort eſt monté, & par quel moyen le reveil part à une heure priſe à volonté.

209. Le levier *b* (*fig.* 3) porte la partie angulaire 1,2 dans laquelle entre l'angle *d* formé ſur le bras de la détente *d f* 4 mobile en *f*; le bras *f* 4 vient poſer ſur une plaque *p* fixée ſur un canon qui entre à frottement ſur celui de la roue *C* de cadran : cette plaque *p* fait donc un tour en 12 heures.

210. Pendant tout le temps que le bras *f* 4 appuie ſur le bord de la plaque *p*, les leviers *a* & *b* étant retenus par l'angle *d* de cette détente, ne peuvent tourner, ni le marteau frapper. La plaque *p* a une entaille *o* laquelle étant parvenue à l'extrémité 4 de la détente *d f* 4, ſert à y laiſſer deſcendre le bras *f* 4, lequel preſſé par le reſſort *q*, ainſi que par le plan incliné de l'angle 1,2, ne tend qu'à entrer dans l'entaille *o*, dès qu'elle ſe préſente : pour lors le bras *d* s'éloigne de l'angle 1,2 du levier, celui-ci tourne par ce moyen de côté & d'autre, ſelon

que l'y oblige le rochet *R*, ainſi le marteau frappe ſur le timbre.

211. Le cadran *A* (*fig.* 1) eſt diviſé en 12 parties : il ſe fixe quarrément ſur le canon de la plaque *p* (*fig.* 3), laquelle tourne, comme je l'ai dit, avec la roue de cadran.

212. L'entaille *o* de la plaque *p* ſe préſente au bras 4*f*, à l'inſtant que les 12 heures du petit cadran ſe trouvent dans la ligne de ſix heures du grand ; ainſi chaque fois que le cadran *A* fait un tour, ſi le réveil eſt monté, il marchera au moment que le chiffre 12 ſe trouvera à la ligne de ſix heures. Or ſi dans cette poſition on met la petite pointe de l'aiguille des heures (l'aiguille eſt diamétralement oppoſée à la grande aiguille) ſur le chiffre 12 du cadran *A*, l'aiguille des heures marquera midi ſur le grand cadran, tandis que les 12 heures du petit cadran ſeront diamétralement oppoſées à celle du grand; ainſi le réveil partira à midi, puiſqu'à cet inſtant l'entaille *o* ſe préſente au bras 4*f*.

213. Le réveil part, comme on vient de le voir, chaque fois que le chiffre 12 ſe trouve avec la ligne de ſix heures du grand cadran : ainſi l'heure à laquelle doit frapper le marteau dépend de l'intervalle qu'il y aura du chiffre 12 du cadran *A* à la pointe *E* de l'aiguille ; car on a vu qu'en mettant la pointe *E* de l'aiguille ſur le chiffre 12, le réveil part, lorſque l'aiguille des heures arrive ſur le midi : ſi donc on met la pointe *E* de l'aiguille ſur le chiffre 1 du cadran *A*, cela rétrogradera d'une heure le cadran : ainſi lorſque l'aiguille des heures ſera ſur midi, la pointe de l'aiguille étant ſur le chiffre 1 du cadran, il faudra que l'aiguille des heures parcoure une heure du grand cadran; pour lors le chiffre 12 du cadran *A* ſera dans la ligne de ſix heures, & le réveil partira.

214. C'eſt par un ſemblable raiſonnement qu'on verra que mettant la pointe *E* de l'aiguille ſur le chiffre 3, lorſque l'aiguille des heures ſera arrivée ſur le midi, le cadran de réveil préſentera le chiffre 3 à la ligne de ſix heures : il faudra donc que l'aiguille des heures & le cadran *A* parcourent encore trois heures, avant que le chiffre 12 ſoit parvenu à la ligne de ſix heures, & que le réveil frappe; celui-ci partira donc lorſque

l'aiguille des heures arrivera ſur trois heures, & ainſi de ſuite pour toutes les autres heures, &c.

215. Dans les réveils à cadran, il ſuffit donc de mettre le chiffre qui repréſente l'heure à laquelle on veut être éveillé, ſous la pointe *E* de l'aiguille ; pour lors la grande aiguille arrivée à l'heure en queſtion, le reveil ſonne.

216. Le bras *x* du levier *b* (*fig.* 3) ſert à empêcher le marteau *M* d'approcher trop près du timbre ; la fourchette *P* qui fait reſſort, ramene le marteau dès qu'il a frappé ſur le timbre ; le reſſort *h* eſt celui de cadran ; 5 eſt un cliquet qui, avec le rochet *D*, tient lieu de la vis ſans fin, qui s'employe communément pour fixer par l'arbre, le bout intérieur du reſſort de mouvement, & pour lui donner le degré de tenſion dont il eſt beſoin : le reſſort 3 preſſe le cliquet contre le rochet *D*.

CHAPITRE XII.

Comment on fait marquer l'Équation du temps à une Machine.

DESCRIPTION D'UNE PENDULE A ÉQUATION.

217. LES Pendules & les Montres ne pouvant diviſer & indiquer naturellement que le temps uniforme ou moyen, & le Soleil étant le corps dont le mouvement, quoique variable (8), eſt le plus facile à obſerver, on a compoſé des Pendules & Montres qui indiquent & ſuivent à la fois le temps vrai ou apparent (10), & le temps moyen ou uniforme (9) : c'eſt cette eſpece de machine qu'on nomme *Pendule à équation* ou *Montre à équation*. Ces ſortes de pieces ſont diſpoſées de maniere qu'une aiguille des minutes marque le temps moyen ou uniforme diviſé par le régulateur, & une ſeconde aiguille des minutes marque le temps vrai ou apparent : ainſi elles indiquent

à chaque inſtant la différence du temps vrai au temps moyen marquée par la table d'équation; & ſi l'aiguille du temps moyen eſt réglée ſur le temps uniforme ou moyen, l'aiguille des minutes du temps vrai ſe rencontrera chaque jour à midi à l'inſtant du paſſage du Soleil par le méridien : or on a vu que le ſoleil varie, avançant dans des temps & retardant en d'autres : ainſi l'aiguille du temps vrai devra ſuivre les variations du ſoleil, & s'éloigner & ſe rapprocher de celle du temps moyen, ſelon les variations marquées par la table d'équation.

218. Pour concevoir cet effet, il faut imaginer une roue ordinaire des minutes, comme *m m* (*Pl. XI. fig.* 1), dont le canon porte l'aiguille *M* du temps moyen ; & que ſur le canon de cette roue, la roue *v v* peut tourner ſéparément ; enfin il faut concevoir que cette roue *v v* eſt fixée ſur un canon, dont le bout porte l'aiguille *V* qui ſera celle du temps vrai.

219. Il ne s'agit donc que de faire éloigner ou approcher chaque jour cette aiguille *V* de l'aiguille *M*, ſelon les quantités que marque la table d'équation pour tel jour ; & par ce moyen on aura une Horloge à équation.

220. Pour y parvenir, on a diſpoſé (*fig.* 1) les roues *n*, *o*, *p*, *q*, de façon qu'elles engrenent les unes dans les autres, comme on le voit dans la figure ; c'eſt-à-dire, que la roue *m* du temps moyen engrene dans la roue *n*, qui a le double de dents & de diametre ; celle-ci engrene dans la roue *o* qui n'a que la moitié du nombre de dents de la roue *n*, & qui fait par conſéquent un tour par heure comme la roue *m*. Sur la roue *o* eſt fixée la roue *p* qui engrene dans la roue *q* qui tourne ſur l'axe de la roue *n*, mais ſéparément. Cette roue *q* engrene dans la roue *v v* du temps vrai ; les roues *p*, *q*, *v* ont même nombre de dents ; ainſi elles ſont chacune une révolution en une heure, tandis que la roue *n* reſte deux heures à en faire une.

221. Les axes des roues *o* & *p* ſont placés ſur la broche *I l* de la piece *IH* dont on voit le profil (*fig.* 2) ; & cette piece *I H* ſe meut autour de l'axe de la roue *n*, par le moyen du rateau *R R R* & de la roue *H*. Elle peut décrire plus d'un

demi-tour en emportant les roues *o*, *p*, qui peuvent par conſéquent aller de *p* vers *z* ou vers *x*.

222. Or, lorſque la roue *o* eſt ainſi entraînée, & qu'elle décrit une demi-circonférence, elle fait un tour [a] ſur elle-même indépendamment de la roue *n* : la roue *p* fait auſſi un tour ſur elle-même, & par conſéquent elle fait tourner les roues *q* & *v v* : ainſi tandis que la roue *m* du temps moyen reſte immobile, la roue du temps vrai *v v* peut avancer ou reculer, ſelon le côté vers lequel on fait tourner la piece *I H*.

223. On peut donc, ſelon le mouvement que l'on donne à cette piece *I H*, faire avancer ou retarder plus ou moins l'aiguille du temps vrai, celle du temps moyen reſtant immobile. Voici comment on regle le mouvement de cette piece.

224. La roue *A A* fait une révolution en une année juſte : elle porte fixément la *courbe* ou *ellipſe E* ſur laquelle appuie la roulette *O* portée par le levier *Q L R*, dont le centre de mouvement eſt en *L* ; or, ſelon les points où la roulette *O* porte ſur la courbe, le rateau *R R* fait avancer ou reculer la piece *I H*, & par conſéquent l'aiguille du temps vrai *V* ſe rapproche ou s'éloigne de côté ou d'autre de l'aiguille du temps moyen *M*. Il faut donc former cette courbe ou ellipſe, de maniere, qu'à tel jour de l'année le temps vrai étant en avance ou retard d'un certain nombre de minutes à l'égard du temps moyen, la piece *I H* écarte d'autant l'aiguille *V* de l'aiguille *M* : on verra ci-après comment on doit tracer cette courbe ; mais d'abord il eſt à propos d'achever la deſcription des autres parties de cette machine.

225. La piece *I H* porte un *cuivrot*, ou une eſpece de poulie *p p* (*fig.* 2), laquelle eſt entourée par une corde *D* (*fig.* 1), dont un bout eſt fixé à la poulie, & l'autre au reſſort *F D*, ce qui fait appuyer continuellement la roulette *O* ſur

---

[a] Il faut obſerver que, quoique la roue *p* faſſe un tour ſur elle-même, elle ne fait cependant pas faire un tour à la roue *q*, mais ſeulement un demi-tour ; car il faut ſouſtraire du tour entier fait par la roue *o* ou *p*, la demi-circonfèrence qu'elle parcourt concentriquement à la roue *n*. Ainſi lorſqu'on fait décrire à la piece *I H* ou aux roues *o*, *p* qu'elle porte, une demi-circonférence autour de l'axe de la roue *n*; la roue *v v* fait une demi-révolution.

l'ellipſe. Comme les engrenages des roues *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, *v v* ont néceſſairement du jeu, & que cela forme un balotage qui produiroit une erreur pour l'équation, il faut placer entre les roues *m*, *v*, un reſſort ſpiral *S* qui preſſe continuellement l'aiguille *V* d'un même côté ; or pour rendre ce reſſort très-foible, il faut mettre l'aiguille *V* d'équilibre au moyen d'un poids oppoſé.

226. La piece *IH* (*fig.* 2) ſe meut ſur la platine autour du canon *v v h*, vu figure 7, dont le rebord *a a* ſert de pont. Ce canon eſt fixé à la platine au moyen des vis *v v* (*fig.* 2) ; il eſt placé *concentriquement* aux roues *q*, *n* (*fig.* 1) : pour cet effet le trou de ce canon eſt aſſez grand pour laiſſer paſſer librement les axes de ces roues. La roue *n* eſt rivée ſur un canon qui roule ſur la tige de la roue *q*.

227. La roue *q* eſt rivée ſur un pignon *t* lequel engrene dans la roue *c* de cadran.

228. *W* eſt un pont ou coq, qui forme une eſpece de cage avec la platine entre laquelle tournent les roues *q*, *n*. *B* eſt le pont de la roue de cadran.

229. S'il y a une ſonnerie à une telle Pendule, on peut lui faire ſonner le temps vrai ou le temps moyen. Si l'on veut faire ſonner le temps vrai, il faut que ce ſoit la roue *v v* qui porte les chevilles des détentes : ſi l'on veut qu'elle ſonne le temps moyen, ce ſera la roue *m*.

230. Nous obſerverons que dans une Horloge à équation de cette conſtruction, on peut placer l'aiguille des ſecondes au centre des autres aiguilles, ou hors du centre : ſi les aiguilles ſont *concentriques*, alors la roue des ſecondes devra paſſer à travers un pont *P u* (*Pl.* 3, *figure* 2), ſur lequel roulera le canon *e* qui doit porter la roue *m* du temps moyen, dont l'ajuſtement eſt parfaitement ſemblable à celui de la Pendule à ſecondes concentriques, que nous avons décrite ch. III; & ſi les ſecondes ſont excentriques, alors la roue du temps moyen ſera portée immédiatement par la tige du mouvement, comme celle de la répétition (*Pl. V*) décrite chap. VII, (122).

231. Voici maintenant le moyen que j'ai imaginé pour

faire mouvoir la roue annuelle. Il eſt tel que, ſans employer pluſieurs roues, on n'eſt point obligé de toucher à la roue annuelle dans les années biſſextiles; ainſi elle fait une révolution exacte, & la Pendule marque juſte les quantiemes du mois & les années biſſextiles.

232. La roue annuelle *A* eſt fendue à rochet, & porte *366* dents; elle eſt maintenue par le ſautoir 3,4. L'axe prolongé d'une roue de la ſonnerie, (ou du mouvement) qui doit faire un tour en 24 heures, porte la palette *P* qui à chaque tour fait avancer une dent de la roue annuelle, qui par conſéquent employe *366* jours à faire une révolution, ce qui fait le nombre de jours des années biſſextiles; mais comme les années communes ne ſont que de *365* jours, il faut faire paſſer à chaque année de *365* jours, deux dents de la roue annuelle en un jour, ſavoir la nuit du 28 Février: voici comment cet effet eſt produit.

233. Tout près de la roue annuelle, ſe meut l'étoile *T*, entre la plaque du cadran & le coq *X*; cette étoile a 8 dents ou rayons, leſquels ſont maintenus par le ſautoir ou valet 3,4, ſur lequel agit le reſſort *f*. L'étoile porte un cadran *Y* ſur lequel eſt gravé: *Année biſſextile: premiere, ſeconde, & troiſieme année après la biſſextile.* Chacune de ces diviſions paroiſſent alternativement au travers de l'ouverture faite à la plaque du grand cadran des heures, & ſert à faire connoître l'année biſſextile ou les années communes.

234. La roue annuelle porte une cheville qui répond au premier Janvier; cette cheville ſert à faire avancer l'étoile *T* d'une dent; c'eſt-à-dire, que la nuit du 31 Décembre au premier Janvier, cette cheville agit ſur une dent de l'étoile, & l'oblige de tourner; (ſi c'eſt l'année biſſextile, le cadran *Y* marque l'année biſſextile.) La roue annuelle porte une ſeconde cheville qui répond au 28 Février; de ſorte que dans la nuit du 28 au 29 Février, cette cheville fait tourner une ſeconde dent de l'étoile.

235. La palette *P* qui fait tourner la roue annuelle ayant fait paſſer la dent qui répond au 29 Février, le rayon de l'étoile

qui ſe trouve actuellement en action avec le valet $3,4$, étant parvenu à l'angle de ce ſautoir, celui-ci en reprenant ſa poſition acheve de faire parcourir un eſpace à l'étoile T, dont un rayon vient poſer ſur une troiſieme cheville r de la roue annuelle, ce qui oblige celle-ci de ſe mouvoir d'une quantité égale à celle d'une dent; ce qui répond au premier Mars. La dent de la roue annuelle qu'a fait paſſer la palette, & celle que le valet & l'étoile ont obligé d'avancer, ſont les deux dents qui paſſent en un ſeul jour; ce qui donne les années communes qui ſe ſuccedent trois fois de ſuite; & comme l'année biſſextile doit avoir un jour de plus, le rayon de l'étoile qui répond à l'année biſſextile eſt entaillé, comme on le voit dans la figure, en ſorte que le valet produit ſon effet à l'ordinaire; mais le rayon n'agit pas ſur la troiſieme cheville; les deux dents du 29 Février & premier Mars paſſent en deux jours. On voit que cet effet approche de celui de la ſurpriſe dans les Montres à répétition, & qu'il faut que le reſſort f du valet $3,4$ ſoit aſſez fort pour ſurmonter la réſiſtance du ſautoir S, ce qui eſt très-aiſé à faire: j'en ai exécuté pluſieurs de cette maniere; elles ont bien produit leur effet.

236. L'objection qu'on pourroit faire à cette maniere de faire mouvoir la roue annuelle, c'eſt qu'elle ne ſe meut pas continuement, & que par conſéquent l'équation qui change d'heure en heure, reſte la même les trois quarts du jour. J'en conviens; mais comme la plus grande variation d'un jour à l'autre ne peut être que de 30 ſecondes, & cela ſeulement dans les derniers jours de Décembre, il arrive qu'alors à ſix heures du matin, l'équation differe de ſept ſecondes $\frac{1}{2}$, à midi elle eſt juſte, & à ſix heures du ſoir elle differe de la vraie équation de $7\frac{1}{2}$ ſecondes. Ainſi l'erreur qui réſulte d'une conſtruction d'équation dont la roue annuelle ne ſe meut pas continuement, doit être négligée; elle ne pourroit même être apperçue dans les Horloges dont les cadrans ont dix pouces de diametre. Au reſte on peut, ſans rien changer à l'équation, employer une autre maniere de conduire la roue annuelle par un mouvement continu, en faiſant porter trois ou quatre dents,

au lieu d'une, à l'axe qui fait mouvoir la roue annuelle, & en augmentant à proportion la durée de la révolution de l'axe ou roue qui les porte : on pourroit encore appliquer à la roue annuelle taillée en dents & non à rochet, une vis ſans fin dont l'axe ſeroit fixé à une des roues qui feroit un tour par jour.

237. Enfin ſi l'on deſire que la roue annuelle ſe meuve continuellement & par gradation inſenſible, & qu'elle faſſe en outre une révolution aſtronomique, c'eſt-à-dire, en 365 jours 5 heures 49 minutes, on employera les roues ſuivantes [a]. La roue de cadran ou de 12 heures portera un pignon de 4 dents ; (au lieu de faire le pignon de 4, on peut le faire de 8, & la roue de 25 ſera de 50) & engrenera dans une roue de 25 dents ; celle-ci portera un pignon de 7 qui engrenera dans une roue de 69 ; celle-ci portera un pignon de 7 qui engrenera dans une roue de 83 qui ſera la roue annuelle, laquelle reſtera 365 jours 5 heures 49 minutes à faire une révolution.

CHAPITRE XIII.

Des Pendules d'équation à cadrans mobiles.

PLANCHE XII, figure 1.

238. SI L'ON CONÇOIT qu'au centre du cadran *A E* d'une Pendule ordinaire, on ajoute un cercle ou cadran *E E* diviſé en 60 parties, & gradué comme le cercle des minutes du grand cadran, & que ce cercle concentrique ſoit mobile, tandis que le grand cadran eſt fixé, & qu'enfin on attache ſur l'aiguille du temps moyen, une autre aiguille ou index diamétralement oppoſé *c*, & de longueur propre à marquer ſur

---

[a] Ceux qui deſireront connoître les méthodes qu'on doit ſuivre pour calculer les révolutions du Soleil ou des Planetes, doivent conſulter *le Cours de Mathématique* de M. Camus, le Traité d'Horlogerie du Pere Alexandre, le Traité de Hughens, intitulé : *Deſcriptio Automati Planetarii.*

ſur le cercle mobile : on voit que ſelon que l'on fera tourner en avant ou arriere le cadran mobile, la petite aiguille, dont le mouvement eſt uniforme, pourra y indiquer le temps vrai ou apparent, & cela par un moyen très-ſimple, puiſqu'il ſuffira de régler le chemin du cercle mobile d'après les tables de l'équation du temps.

239. Tel eſt le principe d'une Pendule & d'une Montre à équation, que je préſentai à l'Académie Royale des Sciences en 1754. Nous allons décrire la Pendule ; nous expliquerons dans les chapitres ſuivants la diſpoſition de la Montre.

240. La premiere figure repréſente la face ou cadran de cette Pendule. *A B* eſt le cadran des heures & minutes : il eſt fixé par quatre vis ſur la fauſſe plaque *C D* ; celle-ci porte quatre faux piliers qui ſervent à arrêter la plaque & le cadran, avec la cage du mouvement ; (cette diſpoſition eſt la même que dans les Pendules ordinaires) ; *E E* eſt le cercle ou cadran mobile des minutes du temps vrai, il eſt concentrique au grand cadran : ce cadran mobile repréſenté de profil (*fig.* 3), eſt rivé ſur un canon qui entre juſte dans le trou de la fauſſe plaque, & qui peut y tourner librement ; le bout inférieur de ce canon entre dans un pont *E* (*fig.* 2) attaché à l'autre côté de la fauſſe plaque ; ce canon roule de cette maniere dans le trou de la fauſſe plaque & dans celui du pont, comme dans une cage. Sur ce canon entre à frottement le pignon *F* vu de profil (*fig.* 4) ; ce pignon s'arrête avec le canon au moyen d'une cheville qui entre à frottement dans l'épaiſſeur du pignon & du canon. Le pignon *F* ainſi fixé ſur le canon du cercle mobile, empêche celui-ci de ſortir, lui laiſſant ſeulement la liberté de rouler ſur lui-même ; le rateau *G I*, qui engrene dans le pignon *F*, porte le bras *H*, dont le bout porte une cheville qui poſe ſur la *Courbe* ou *Ellipſe K K* attachée ſur la roue *L* qui fait ſa révolution en 365 jours.

241. L'uſage de cette courbe eſt de produire la variation du cercle mobile, ce qu'il eſt aiſé de voir ; car ce cercle va & vient ſur lui-même, ſelon que l'ellipſe oblige le bras *H* de s'écarter ou de ſe rapprocher du centre de la roue annuelle ;

or le bras *H* entraîne le rateau G, celui-ci le pignon *F* & le cadran mobile.

242. On taille l'ellipſe de maniere que le cadran puiſſe parcourir un peu plus de ſa demi-révolution, ce qui répond à l'écart total du temps vrai & du temps moyen. Cet écart eſt de 30 minutes 50 ſecondes : nous expliquerons dans la ſuite la maniere de former cette ellipſe. (*Voyez chap. XIX.*)

243. Pour faire appuyer continuellement le bras *H* ſur l'ellipſe & ôter le jeu de l'engrenage, j'ai pratiqué ſur le pignon *F* une rainure ou poulie, comme on le voit (*fig.* 4), laquelle eſt entourée par la corde *N* (*fig.* 2), dont un bout tient à la poulie, & l'autre eſt attaché au reſſort *MN* : c'eſt l'action de ce reſſort qui fait appuyer le bras *H* ſur l'ellipſe.

244. Le rateau *G* eſt mobile en *I* ſur une broche attachée à la plaque.

245. La cinquieme figure repréſente le plan du mouvement. *A* eſt la grande roue qui porte le tambour ou cylindre lequel eſt entouré par la corde qui porte le poids qui fait marcher la Pendule : ce cylindre eſt vu en perſpective (*fig.* 6).

246. La figure 7 repréſente la roue *A* vue en plan, avec le reſſort de l'encliquetage que doit former le rochet *G* du tambour ou cylindre. Pour cet effet, l'axe du cylindre entre dans le trou qui eſt au centre de cette roue, & le bord du cylindre s'emboîte fort juſte dans une rainure faite à la roue. Par le jeu de l'encliquetage, la roue & le cylindre peuvent tourner ſéparément l'un de l'autre lorſqu'on remonte le poids, comme on l'a déja expliqué. Nous n'avons repréſenté ici cette partie que pour en mieux faire voir la diſpoſition. La figure 8 eſt ce qu'on appelle *la Clavette* : elle ſert à retenir & aſſembler la roue & le cylindre.

247. La roue *A* (*fig.* 5) reſte trois jours à faire une révolution, ce qu'il eſt aiſé de voir par le nombre de dents de roues, dont la derniere *E* eſt celle d'échappement, & fait un tour par minute.

248. Les ſecondes ſont concentriques au cadran : nous n'en repréſentons pas ici la diſpoſition. *Voyez Chap. III & Pl. III.*

249. Sur la roue *A* eſt fixée une petite roue *a*, qui a 24 dents ; celle-ci engrene dans la roue *F* de *96* dents, & qui reſte par ce moyen douze jours à faire une révolution.

250. L'axe de cette roue *F* porte un pignon de 12, lequel engrene dans la roue annuelle *L* (*fig.* 2) : cette roue porte *365* dents ; & comme le pignon de 12 fait un tour en 12 jours, chaque dent répond à un jour : ainſi la roue *L* reſte un an à faire ſa révolution par un mouvement continu.

251 La roue annuelle *L* (*fig.* 1) eſt graduée, comme on le voit, de maniere qu'elle marque les mois de l'année, & les quantiemes du mois qui paroiſſent ſur le cadran par une ouverture faite à la plaque, & qui ſont montrés par un index.

252. La roue annuelle eſt percée de 12 trous, dont chacun ſe préſente chaque mois au-deſſous de l'ouverture de la plaque en *e*, pour laiſſer paſſer la clef qui ſert à remonter le mouvement. L'axe de cette même roue annuelle porte deux pivots, dont l'un entre dans un trou fait à la fauſſe plaque, comme on le voit en *H* (*fig.* 1), & l'autre entre dans un trou fait à une plaque portée par la platine de *devant* du mouvement, ce qui forme une cage à la roue annuelle : l'aiguille *a* (*fig.* 1) eſt celle des heures ; elle marque à l'ordinaire ſur le grand cadran.

253. Le bout *b* de l'aiguille *c b* eſt celui qui marque le temps moyen ſur le grand cadran ; le bout oppoſé *c* eſt l'aiguille du temps vrai, laquelle marque ſur le cadran mobile. On voit par cette ſituation du cadran & des aiguilles, qu'il eſt maintenant 2 heures 22 minutes $\frac{1}{2}$ au temps moyen, tandis qu'il eſt deux heures 30 minutes au ſoleil ; le ſoleil avance donc de 7 minutes $\frac{1}{2}$, ce qui forme l'équation du 22 Septembre indiquée par la roue annuelle : l'aiguille *g f* eſt celle des ſecondes.

254. Pour avoir la facilité de remettre la Pendule au jour du mois & à l'équation, lorſqu'on l'a laiſſée arrêter, j'ai fait paſſer le pivot du pignon *a* qui conduit la roue annuelle à travers la plaque, & j'ai limé quarrément l'excédent, de maniere à le faire mouvoir avec une clef ; ce quarré ſe voit en *d* (*fig.* 1). Il faut que ce pignon puiſſe tourner ſéparément de la roue *F* (*fig.* 5) ; ce qui eſt facile, comme on le voit (*fig.* 9), où *a b* repréſente

le profil du pignon ; & *F*, celui de la roue. La roue s'applique contre l'aſſiette *b* du pignon après laquelle elle eſt retenue par la clavette *c*, dont la preſſion produit un frottement qui aſſemble la roue contre le pignon ; de ſorte qu'ils ſe meuvent enſemble, à moins que l'on ne les faſſe tourner ſéparément par l'action de la main, lorſqu'on veut faire mouvoir la roue annuelle en avant ou en arriere.

255. L'équation que nous venons de décrire eſt, ſans contredit, la meilleure que l'on ait imaginée juſqu'à ce jour : auſſi me ſuis-je fort attaché à la diſpoſer de la maniere la plus avantageuſe pour les Pendules & pour les Montres, & d'autant plus qu'elle eſt applicable à toutes ſortes de pieces, comme nous le verrons dans les Chapitres ſuivants.

256. Par rapport à l'invention de cette ſorte d'équation, nous devons obſerver ici, que quoique dans le temps où je diſpoſai la premiere Pendule, je ne connuſſe aucune piece où l'on eût appliqué ce méchaniſme, ni qu'il en eût été fait mention dans aucun ouvrage d'Horlogerie, cependant j'ai vu enſuite que j'étois fort loin d'être le premier qui ſe fût aviſé de ce moyen, puiſque M. le Bon l'annonçoit dès 1717, dans une Gazette, dont l'extrait eſt rapporté à la ſuite du livre d'Horlogerie du Pere Alexandre ; mais la conſtruction de la piece, qui m'eſt encore inconnue juſqu'à préſent, devoit être fort compoſée, puiſqu'il faiſoit varier les heures, les minutes & les ſecondes, ce qui exigeoit trois cadrans mobiles & un fixe, des engrenages, &c.

Si je ne puis m'en dire l'Inventeur, on ne pourra me conteſter au moins la diſpoſition ſimple de cette machine, & de l'avoir créée de nouveau.

◆

CHAPITRE XIV.

Deſcription d'une Montre à Equation, à Secondes concentriques, marquant les mois & leurs quantiemes.

257. LA figure 4, Planche XI, repréſente le cadran de cette Montre; l'aiguille des ſecondes paſſe, comme dans les pendules, au-deſſus des autres aiguilles : c'eſt une ſuite de la diſpoſition que nous décrirons, deuxieme Partie. L'aiguille des minutes eſt en deux parties diamétralement oppoſées, dont la plus grande marque les minutes du temps *moyen* ſur le grand cadran, & l'autre, où eſt gravé un ſoleil, marque les minutes du temps *vrai* ſur le cadran *A* qui eſt au centre du premier. L'ouverture *C* faite dans le grand cadran eſt pour laiſſer paroître les mois de l'année gravés ſur la roue annuelle, ainſi que les quantiemes qui le ſont de cinq en cinq : l'uſage de ces quantiemes eſt principalement pour remettre la Montre lorſqu'elle a été arrêtée, en ſorte que l'équation réponde exactement à celle du jour où l'on eſt. Pour cet effet l'étoile *E* (*fig.* 3) a un de ſes rayons qui eſt toujours ſaillant en dehors de la fauſſe plaque, ce qui donne la liberté de la faire tourner, & par ſon moyen la roue annuelle.

258. La Montre ſe remonte par deſſous; ce qui m'a fait appliquer au fond de la boîte un cercle de quantieme, conſtruit comme ceux dont parle M. THIOUT, *Traité d'Horlogerie, tom. II. p.* 387.

259. La figure 5 repréſente l'intérieur de la fauſſe plaque, dont le dehors porte les cadrans (*fig.* 4) : c'eſt dans cette plaque que ſont ajuſtées les pieces qui forment l'équation, ou qui donnent les variations du ſoleil. *A* eſt la roue annuelle de 146 dents, fendue à rochet, miſe immédiatement ſous le ca-

dran ; elle tourne ſur un canon que porte la fauſſe plaque ; la roue annuelle s'appuye ſur le fond de la plaque ; l'ellipſe *B* eſt attachée ſur la roue annuelle ; elle fait mouvoir le rateau *HF*, qui engrene dans le pignon *C*; celui-ci eſt porté par un canon qui paſſe dans l'intérieur de celui de la fauſſe plaque ; ſur le canon, où eſt fixé le pignon *C*, eſt attaché en dehors le cadran *A* du temps vrai. Ainſi on voit qu'en faiſant mouvoir la roue annuelle, ce cadran doit néceſſairement ſe mouvoir, tantôt en avançant, & enſuite en ſe rétrogradant, ſuivant qu'il y eſt obligé par les différens diametres de l'ellipſe ; ce qui produit naturellement les variations du ſoleil. Voici le moyen dont je me ſers pour faire mouvoir la roue annuelle.

260. Le garde-chaîne de la montre eſt fixé ſur une tige, dont les pivots ſe meuvent dans les deux platines, & peut y décrire un petit arc de cercle ; un de ces pivots porte un quarré ſur lequel eſt ajuſté dans la cadrature le lévier *AC* (*fig.* 3) à pied de biche. On voit dans la figure 6 ce garde-chaîne, qui y eſt gravé en perſpective avec l'étoile & le crochet de la fuſée.

261. Lorſqu'on remonte la Montre, le garde-chaîne *ABC* (*fig.* 6), fixé ſur la tige & mis entre les deux platines, eſt ſoulevé par la chaîne, juſqu'à ce qu'il ſoit à la hauteur du crochet *D* de la fuſée ; le crochet lui donne un petit mouvement circulaire qu'il communique au pied de biche *C* (*fig* 3), dont l'extrémité s'engage dans l'étoile *E* qui eſt à cinq rayons, & fait ainſi paſſer un de ces rayons toutes les fois que le crochet de la fuſée pouſſe le garde-chaîne.

262. L'étoile *E* eſt aſſujettie par un valet ou ſautoir *D*, qui lui fait faire la cinquieme partie d'un tour, & l'empêche de revenir à ſens contraire lorſque le pied de biche ſe dégage ; l'axe de cette étoile porte deux palettes oppoſées, comme on le voit (*fig.* 6) : ces palettes ſervent à conduire la roue annuelle, en ſorte que deux dents de cette roue paſſent néceſſairement en cinq jours ; ce qui lui fait faire ſa révolution en 365 jours.

Sur la fauſſe plaque (*fig.* 5) eſt attaché un reſſort *KL*, qui ſert de ſautoir pour maintenir la roue annuelle ; en ſorte que les palettes que porte l'étoile ne puiſſent lui faire paſſer ni plus ni moins de deux dents pendant une des révolutions de cette étoile.

263. On peut faire mouvoir la roue annuelle d'un mouvement continu, en ſupprimant ce garde-chaîne mobile, & en faiſant de l'étoile une roue qui engrene avec une roue du mouvement qui lui faſſe faire un tour en cinq jours.

264. Le reſſort *G* (*fig.* 5) ſert à preſſer continuellement le rateau *H* contre l'ellipſe. Pour cet effet le bout *F* de ce rateau porte une cheville qui appuye ſur le bord de l'ellipſe; ainſi le rateau avance & rétrograde ſelon que l'ellipſe l'y oblige, & celui-ci fait avancer ou rétrograder le pignon *C* & le cadran *A* (*fig.* 4). Or comme l'aiguille *S* du temps vrai ſe meut d'un mouvement uniforme, les variations du cadran exprimeront celles du ſoleil. L'aiguille *S* marquera donc les variations du ſoleil, tandis que le bout oppoſé indiquera les minutes du temps moyen : le reſſort *B* (*fig.* 3) ſert à remener le pied de biche *A C*, à meſure que le crochet de la fuſée rétrograde.

CHAPITRE XV.

Deſcription d'une Pendule à Equation, à deux Aiguilles de Minutes concentriques, laquelle marque les mois de l'année, les quantiemes du mois & les années Biſſextiles.

(PLANCHE XIV. *Fig.* 1.)

265. LA roue de barillet de ſonnerie engrene dans un pignon qui fait un tour en 24 heures; la tige de ce pignon paſſe à la cadrature ([a]), & porte quarrément une aſſiette ſur laquelle eſt rivée la piece *a b* ; ſur le prolongement de cette tige eſt miſe la piece *s,o,n* qui porte une dent partagée en deux parties,

---

[a] Nous n'avons marqué ici que les figures relatives à l'équation.

dont l'une eſt plus ſaillante que l'autre ; ce cylindre ou piece *s,o* peut monter & deſcendre ſur cette tige : le pignon, ſa tige & les pieces qu'elle porte ſont vues de profil (*fig.* 2).

266. La partie *s* de la piece *s,o,n* eſt percée d'un trou dans lequel entre une broche qui tient à la piece *a b* ; ainſi lorſque celle-ci tourne, elle entraîne avec elle la piece *s o n*. Or la partie *a*, ou dent qu'elle porte, s'engage dans les dents de la roue annuelle *A* : cette roue porte 366 dents ; elle eſt arrêtée par un ſautoir *l* ; ainſi à chaque tour de la piece *a b*, la dent la moins ſaillante *n* (*fig.* 2) fait avancer une dent de la roue *A*, & lui fait faire un tour en 366 jours, ce qui fait naturellement l'année biſſextile.

267. Dans les années de 365 jours, la partie la moins ſaillante de la dent fait paſſer 364 dents de la roue annuelle, & les deux dents de cette roue qui reſtent encore à paſſer pour achever les révolutions, ſont priſes en un ſeul tour de la piece *ab* par la partie la plus ſaillante de la dent ; en ſorte que les 366 dents de la roue annuelle ſont priſes en 365 fois, qui répondent à autant de jours. Il reſte à voir comment la piece *s,o,n* s'éleve pour préſenter à la roue annuelle, trois fois en quatre ans, la partie la plus large de ſa dent.

268. L'étoile *E* diviſée en huit rayons, eſt mue par des chevilles que porte la roue annuelle : une de ces chevilles fait avancer une dent de l'étoile le 31 Décembre à minuit, & une autre cheville fait avancer une dent de l'étoile le 29 février à minuit ; ainſi cette étoile fait une révolution en quatre ans. Cette étoile porte les trois plans inclinés *c*, *f*, *g* ; chacun de ces plans agit alternativement dans la rainure *t* faite à la piece *s,o,n*, vue de profil (*fig.* 2) ; & ils ſervent à éloigner de la piece *a b*, trois fois en quatre ans, la piece *s,o,n*, & l'obligent à préſenter la partie de la dent qui eſt la plus ſaillante, ce qui fait paſſer deux dents de la roue annuelle.

269. Le reſſort *m* ſert à faire deſcendre cette piece *s,o,n*, auſſi-tôt que le plan incliné lui en donne la liberté, ce qui ſe fait à l'inſtant que la palette fait paſſer la dent de la roue annuelle qui répond au premier Mars. La dent de l'étoile parvenue

à l'angle du ſautoir *F*, eſt obligée de parcourir un eſpace qui éloigne en même temps le plan incliné *g* de la piece *so*: ainſi celle-ci redeſcend, y étant obligée par le reſſort *m*.

270. L'Etoile *E* porte une plaque qui paſſe entre la roue annuelle & le cadran; ſur cette plaque ſont gravées les années communes qui ſont de 365 jours, & les années biſſextiles; c'eſt-à-dire, que l'on voit paroître alternativement, à travers une ouverture du cadran, des chiffres qui marquent *premiere année* après la biſſextile, *deuxieme année*, *troiſieme année*, & enſuite *année biſſextile*. Dans la figure on a ôté cette plaque qui empêcheroit de voir l'étoile & le ſautoir.

271. La roue *B* eſt celle du temps moyen portée à l'ordinaire par une tige du mouvement; elle engrene dans la roue de renvoi, dont le pignon engrene dans la roue de cadran: ces deux roues ne ſont pas ici repréſentées, pour ne mettre que ce qui eſt différent d'une Pendule ordinaire. Sur la roue *B* eſt attachée une piece *CD* de cuivre, laquelle porte un petit pont *G*, qui fait avec la piece *CD* une eſpece de cage pour l'étoile *I* de vingt rayons. Cette étoile porte un pignon à lanterne qui a quatre dents, & il engrene dans la roue *H* du temps vrai. La roue du temps moyen entraîne donc par ſon mouvement la petite cage qu'elle porte, ainſi que l'étoile; par conſéquent la roue du temps vrai fait une révolution en même temps que celle du temps moyen.

272. Mais ſi on fait tourner l'étoile en avant ou en rétrogradant, ſon pignon obligera la roue du temps vrai d'avancer ou de rétrograder ſans changer le mouvement de la roue du temps moyen. C'eſt en faiſant tourner l'étoile d'un côté ou de l'autre que l'on produit la variation de la roue du temps vrai, & par conſéquent de ſon aiguille: c'eſt à cet uſage qu'eſt deſtiné le levier *LM*, dont le centre de mouvement eſt au point *M*. La partie *L* de ce levier porte deux chevilles, leſquelles ſe préſentent alternativement au paſſage de l'étoile, ſelon l'équation du jour. Lorſqu'il faut faire rétrograder l'aiguille du tems vrai, la cheville ſupérieure 1 ſe préſente de maniere que l'étoile entraînée par le mouvement de la roue du temps moyen, vient en-

gager un des rayons dans la cheville ; & celle-ci reſtant immobile oblige l'étoile de tourner, & cela plus ou moins, ſelon qu'elle s'engrene plus loin ou plus près du centre de l'étoile. Si au contraire il faut faire avancer l'aiguille du temps vrai, la dent inférieure 2 ſe préſente pour que l'étoile vienne engager une de ces dents.

273. Le levier *L* porte encore en *N* un bras *N* terminé par un plan incliné qui appuie continuellement ſur la courbe *O O* formée par des pas de limaçon ; ce ſont ces différents pas qui déterminent le nombre de dents qu'une des chevilles doit faire paſſer à l'étoile pour faire varier l'aiguille du temps vrai. Chaque pas de la courbe ſert pendant que l'équation change de la même quantité, puiſque ces pas ſont formés par des portions de cercle concentriques à la roue annuelle, ſur laquelle la courbe eſt fixée : les dents de l'étoile ne doivent s'engager dans une des chevilles du levier *L* qu'une fois en 24 heures ; il faut donc écarter pendant 23 heures le levier du paſſage de l'étoile. Pour cet effet le levier peut monter & deſcendre ſelon la longueur de ſes pivots : l'aſſiette de ce levier, poſe ſur la plaque *ab*, laquelle éleve tellement ce levier que par le mouvement de la roue du temps moyen qui entraîne avec elle l'étoile, les rayons de celle-ci paſſent ſous l'une ou l'autre cheville 1, 2 du levier ſans y toucher, & cela pendant tout le temps que l'aſſiette du levier appuie ſur la plaque *ab* ; mais comme celle-ci fait une révolution en 24 heures, dès que l'entaille *p* qu'elle porte ſe préſente, l'aſſiette y deſcend par la preſſion du reſſort *r* ; alors le levier préſente l'une ou l'autre de ſes chevilles ; & l'étoile emportée par la roue du temps moyen, vient s'y engager, comme nous l'avons dit. Cette entaille doit ainſi ſe préſenter à onze heures du ſoir, pendant que la pendule ſonne onze heures ; & lorſque minuit ſonne, la plaque *a b* continuant à tourner, le plan incliné qui termine un côté de l'entaille, doit élever l'aſſiette & mettre les chevilles du levier hors de priſe, pour qu'elles ne puiſſent plus agir ſur l'étoile pendant 23 heures.

La piece *P* portée par la roue du temps moyen ſert à mettre en équilibre la petite cage & l'aiguille du temps moyen : l'aiguille du temps vrai doit être miſe d'équilibre par elle-même.

274. Outre les mois & les quantiemes du mois qui doivent être gravés ſur la roue annuelle, il faut y faire graver la différence du temps vrai au temps moyen, afin que ſi l'on laiſſe arrêter la Pendule, on remette les aiguilles à l'équation ſans le ſecours d'une table.

275. Le méchaniſme de cette *Equation* peut paroître ſéduiſant ; mais il eſt bon d'avertir qu'elle eſt d'une difficile exécution, ce qui eſt un grand défaut dans une machine ; elle exige ſur-tout que les dimenſions de chaque partie ſoient bien déterminées. J'ai cependant exécuté pluſieurs Pendules de cette eſpece qui vont fort bien ; mais ce n'eſt qu'en y apportant certains ſoins qui ne ſont pas faciles à prévoir, à moins que ce méchaniſme ne ſoit parfaitement bien conçu & exécuté : on peut placer cette machine dans la claſſe de celles que je critique, *Chap. XXXIV, ſur la maniere de juger des nouvelles productions en horlogerie.* Au reſte, puiſque j'ai donné la deſcription de cette équation, j'indiquerai une partie de ces attentions pour ceux qui ſeroient curieux d'en faire uſage.

276. La roue du temps vrai doit être fendue ſur les nombres 144 ; car alors chaque fois que l'on fera avancer ou reculer un rayon de l'étoile, l'aiguille du temps vrai avancera ou retardera de cinq ſecondes : comme c'eſt particuliérement la courbe qui devient difficile à tailler, & que d'ailleurs la méthode en eſt différente de celles qu'on employe pour les autres courbes, nous nous arrêterons à la maniere de la tracer.

277. On ajuſtera quelque part ſous le levier *N*, une piece par laquelle on puiſſe fixer à volonté le levier en différents points, au moyen d'une vis de preſſion : on arrêtera d'abord ce levier, de ſorte que ni l'une ni l'autre cheville de la piece *L* ne puiſſent s'engager dans le rayon de l'étoile. Pour cet effet, il faut que les chevilles 1, 2 ſoient diſtantes entr'elles d'un peu plus d'un diametre de l'étoile, afin que lorſque l'équation ne change pas d'un jour à l'autre, les chevilles ne s'engagent

ni d'un côté ni de l'autre, quoique le levier ſoit deſcendu dans l'entaille, comme nous le ſuppoſons pour le préſent; après avoir rendu le levier immobile à ce point, on tracera ſur la piece ſuppoſée un trait ſur lequel on écrira un zero; ce trait ſervira à marquer ſur la courbe tous les points où il n'y aura pas de changement d'un jour à l'autre dans l'équation du temps.

278. On avancera enſuite le levier de maniere qu'en faiſant tourner la roue du temps moyen, la cheville ſupérieure 1 s'engage dans l'étoile, pour faire tourner une dent : on marquera 1 ſur ce trait, & continuant les mêmes opérations, on marquera ſucceſſivement 1, 2, 3, 4, &c. juſqu'à ce que le levier s'engage aſſez avant dans l'étoile pour faire changer ſix dents, leſquelles feront un retard de trente ſecondes, qui eſt le nombre qui marque le plus grand retard d'un jour à l'autre : on marquera de ce côté *Retarde*, afin de ſe ſouvenir qu'en engageant la cheville de ce côté on fait retarder l'aiguille; on fera enſuite paſſer le levier de l'autre côté du trait zero, & on marquera par 1 le trait qu'on tracera, lorſque la cheville inférieure 2 ſe ſera engagée d'une dent; par 2, un ſecond trait pour deux dents; & ainſi de ſuite juſqu'à quatre, nombre qui répond à 20 ſecondes, qui eſt la plus grande quantité dont le temps vrai puiſſe avancer en un jour ſur le temps moyen : on marquera *Avance* de ce côté. Au moyen de ces traits on graduera facilement l'ellipſe, il ne faut plus que trouver combien de temps le levier doit être appuyé ſur le même pas. C'eſt à cet uſage qu'eſt deſtinée la table ſuivante que j'ai dreſſée pour tailler cette courbe.

Soleil retarde.

279. Du 12 Mai, le levier ſera ſur zéro juſqu'au 18 dudit mois; du 19, une dent du côté *retarde* juſqu'au 30; du 31 Mai, deux dents juſqu'au 11 Juin; du 12 dudit mois, 3 dents juſqu'au 18; du 19, deux dents juſqu'au 23; du 24, trois dents juſqu'au 28; du 29, deux dents juſqu'au 12 Juillet; du 13 dudit mois, une dent juſqu'au 22; du 23, 0 juſqu'au 30.

Soleil avance.

Du 31 Juillet, une dent du côté *avance* juſqu'au 7 Août; du 8 dudit mois, deux dents juſqu'au 17 ; du 18, trois dents juſqu'au 28 ; du 29 Août, quatre dents juſqu'au 4 octobre ; du 5, trois dents juſqu'au 15 ; du 16, deux dents juſqu'au 23 ; du 24, une dent juſqu'au 30 ; du 31 Octobre, o juſqu'au 5 Novembre.

Soleil retarde.

Du 6 Novembre, une dent du côté *retarde* juſqu'au 11 ; du 12, deux dents juſqu'au 17 ; du 18, trois dents juſqu'au 22 ; du 23, quatre dents juſqu'au 30 ; du premier Décembre, cinq dents juſqu'au 11 ; du 12, ſix dents juſqu'au 3 Janvier ; du 4 dudit mois, cinq dents juſqu'au 12 ; du 13, quatre dents juſqu'au 21 ; du 22, trois dents juſqu'au 27 ; du 28, deux dents juſqu'au premier Février ; du 2, une dent juſqu'au 8 ; du 9, o juſqu'au 14 Février.

Soleil avance.

Du 15 Février une dent du côté *avance* juſqu'au 21 ; du 22, deux dents juſqu'au premier Mars ; du 2, trois dents juſqu'au 16 ; du 17, quatre dents juſqu'au 27 ; du 28, trois dents juſqu'au premier Avril ; du 2, quatre dents juſqu'au 8 ; du 9, trois dents juſqu'au 22 ; du 23, deux dents juſqu'au 29 ; du 30, une dent juſqu'au 11 Mai ; du 12, o juſqu'au 18.

280. Au moyen de cette table & des traits que l'on a tracés (n°. 277 & 278), on taillera facilement la courbe de cette maniere. On mettra la roue annuelle ſur le 12 Mai, & l'on placera le levier *N* ſur la diviſion o : on percera en *v* au levier *N* un petit trou, à travers lequel on marquera avec un *foret* un point ſur la plaque *O* qui doit ſervir à former la courbe : on fera enſuite avancer la roue annuelle juſqu'au 18 Mai : on marquera un ſecond point ſans changer le levier : on fera avancer la roue annuelle d'un jour, ce qui donnera le 19 Mai. Or la table marque qu'il faut que la cheville s'engage d'une dent du côté *retarde* ; on conduira donc le lévier ſur le trait 1 du côté marqué *retarde* ; on marquera un point ſur la plaque *O* : on fera avancer la roue annuelle au 30 Mai ; on marquera un point ſans changer la poſition du levier : on fera toujours de même en ſuivant la table, juſqu'à ce que la révolution annuelle ſoit achevée : on percera

des trous par tous les points que l'on aura marqués ſur la plaque; on tirera enſuite du centre de la roue annuelle des rayons par le bord de chaque trou; & avec un compas, on tracera de chaque trou qui ſe trouve ſur le même cercle avec le trou prochain des portions de cercles *q*, *r*, *s*, *t*, &c, qui formeront la courbe *O O*; on limera cette plaque ſelon les traits que l'on aura marqués; & pour vérifier chaque degré, on verra ſi les traits (faits à la piece de comparaiſon ſelon les N^{os}. 277 & 278) ſont juſtes avec le bord du levier; ſi cela n'eſt pas, on limera les pas qui ne ſont pas aſſez enfoncés.

Cette Pendule eſt de mon invention : je la préſentai à l'Académie Royale des Sciences en 1752.

CHAPITRE XVI.

Deſcription d'une Equation à deux Aiguilles & deux Cadrans.

(PLANCHE XIV. *Fig.* 3.)

281. LE pignon *A* eſt une eſpece de *chauſſée* (130) qui entre à frottement ſur la tige d'une roue du mouvement qui fait un tour par heure : cette chauſſée porte l'aiguille *g* du temps moyen. Le pignon *A* engrene dans la roue *B*, qui tourne dans une eſpece de cage formée par la plaque *D C* & par le pont *d*; la roue *B* engrene daus un pignon *f*, qui a le même nombre de dents que le pignon *A*, il fait donc auſſi un tour par heure. Ce pignon *f* tourne dans une eſpece de cage formée par la plaque *D C*, & par le pont *G H*; le pivot de ce pignon roule dans un trou fait à la plaque *CD*, & l'autre roule dans l'intérieur d'un canon qui porte la roue *I*; le canon de la roue *I* entre & roule dans le trou du canon porté par le pont *GH*; le bout ſaillant du canon de la roue *I* porte l'aiguille des heures, & le bout de la tige du pignon *f* porte l'aiguille des minutes du temps vrai. La roue *B* porte le pignon

a, lequel engrene dans la roue *I*, & lui fait faire un tour en douze heures; la plaque ou piece *DC* poſe ſur la platine de la Pendule repréſentée par la plaque *LMN*. Cette plaque *CD* peut ſe mouvoir autour du centre *f* du pignon; pour cet effet, elle porte une *têtine* ou eſpece de pivot concentrique vers *f*, lequel entre dans la platine; cette piece *CD* ne peut s'écarter de la platine, étant retenue par la vis *e*; elle ne peut que décrire une portion de cercle *bc* autour du centre *f*; le bras *O* que porte la piece *CD*, eſt fait pour appuyer ſur la courbe *P*, dont la révolution ſe fait en un an; lors donc que cette courbe tourne, elle oblige le bras *O* de monter & deſcendre; or la roue *B* doit décrire un arc de cercle autour du centre *f*; c'eſt ce mouvement qui produit la variation que doit faire l'aiguille *A* du temps vrai; cet effet ſe produit de la maniere ſuivante.

282. Lorſque la courbe éleve le bras *O* & par conſéquent la roue *B*, le pignon *A* dans lequel elle engrene étant immobile, la roue eſt dans ce cas obligée de décrire un arc de cercle en *mn*. Ce mouvement de la roue tend néceſſairement à faire tourner le pignon *f*, & par conſéquent l'aiguille du temps vrai, tandis que celle du temps moyen reſte immobile. Or, ſelon que l'on fait monter ou deſcendre le bras *O*, l'aiguille du temps vrai avance ou retarde; ainſi ce ſont les enfoncements de l'ellipſe qui déterminent le mouvement de l'aiguille, & ces enfoncements ſont eux-mêmes limités par la variation du ſoleil donnée par la table d'équation.

283. Cette cadrature, toute ſimple & ingénieuſe qu'elle eſt, a un aſſez grand défaut; car, 1°. les aiguilles du temps vrai & du temps moyen marquent ſur deux cadrans, ce qui devient incommode pour avoir l'équation. Le ſecond défaut, eſt le jeu d'engrenage de la roue *B* avec les pignons; & ce jeu eſt d'autant plus grand que, lorſque la roue monte & deſcend, ſon engrenage avec chaque pignon en devient plus foible, & par conſéquent le jeu de l'aiguille eſt encore plus grand. M. Rivas, qui a imaginé cette équation, a bien prévu cet inconvénient; car j'ai vu une de ſes cadratures où le pignon *A* ſe rapprochoit de la roue à meſure qu'elle tendoit à s'en écarter;

mais malgré cela il ne laiſſe pas d'y avoir pluſieurs minutes d'écarts.

284. Au reſte, le meilleur moyen de corriger cet obſtacle eſt d'adapter ſur le pignon du temps vrai des pas en ſpirale, ſur leſquels on fera appuyer un petit levier qui retiendra continuellement l'aiguille du même côté; ce qui ôtera le jeu des engrenages, & par ce moyen on aura l'équation avec aſſez de préciſion.

Lorſque ces pieces ſont à ſonnerie, la détente tient lieu du levier.

CHAPITRE XVII.

Deſcription d'une Cadrature d'Equation qui ne marque que le Temps vrai.

285. LA Planche XIV. fig. 4 repréſente le plan de cette cadrature. *A* eſt l'ellipſe fixée ſur la roue *B*, qui eſt conduite par un pignon du mouvement. Cette roue reſte un an à faire ſa révolution. La partie *C* du levier *C D E* appuie ſur la courbe: ce levier a ſon centre de mouvement au point *E*.

286. La roue *F* eſt fixée ſur la tige d'une roue du mouvement, dont le pivot ſupérieur entre dans le trou fait au pont *G*; elle engrene dans le pignon *H*, dont le pivot inférieur roule dans le trou fait à la plaque *I L*; & le pivot ſupérieur, qui eſt la tige même, roule dans l'intérieur du canon de la roue *M*, lequel roule dans le canon du pont *N N*, & celui-ci tient à la plaque *I L*: ainſi le pignon *H* & la roue *M* tournent entre le pont *N* & la plaque *C D*, comme dans une cage.

287. Le pignon *H* engrene dans la roue *O* portée par une broche attachée à la plaque *D L*; la roue *O* porte le pignon *p*, qui engrene dans la roue *M*; le canon de cette roue porte

porte l'aiguille des heures, & la tige du pignon *H* porte l'aiguille des minutes.

288. La plaque *IL* poſe ſur la platine *QR* : cette plaque *IL* peut monter & deſcendre, en parcourant, autour du centre de la roue *F*, la portion de cercle *a b*. En faiſant monter cet aſſemblage *INL*, & la roue *F* reſtant immobile, le pignon *H*, qui engrene dans cette roue, ſera obligé de tourner ſelon que l'on fera monter ou deſcendre cette cage; ainſi l'aiguille des minutes avancera ou rétrogradera, ſelon que l'on fera monter ou deſcendre le levier *CDE*. Le mouvement de cette cage pour monter & deſcendre, eſt déterminé par l'ellipſe *A*, ſur laquelle appuie le bout *C* du levier *CE*, & dont la partie *D* communique avec la cage *NN*; lors donc que l'on fait tourner l'ellipſe, elle fait monter & deſcendre le levier, & par conſéquent la cage; ainſi tandis que la roue *F* ſe meut d'un mouvement uniforme, le pignon *H*, dans lequel elle engrene, marche d'un mouvement variable.

289. Le cadran eſt porté par le canon du pont *NN*, en ſorte qu'il monte & deſcend comme le pont; de cette maniere les aiguilles ſont toujours concentriques au cadran : le poids du cadran eſt plus que ſuffiſant pour faire appuyer continuellement le levier *DC* ſur la courbe; mais il ne l'eſt cependant pas au point de faire obſtacle au mouvement de la roue annuelle ſur laquelle l'ellipſe eſt fixée. La conſtruction de cette équation eſt de M. de Rivas.

Des Pendules qui marquent les heures, les minutes & les ſecondes du temps vrai ſeulement, par les vibrations inégales d'un Pendule qui s'allonge & ſe racourcit, inventées par le Pere Alexandre ([a]).

290. La roue annuelle fait ſa révolution en 365 jours 5 heures 48 minutes 58 ſecondes $\frac{38}{49}$.

---

[a] A propos de cet ouvrage qui ſera toujours utile aux Artiſtes, nous devons avertir que les S^rs^. Guerin & Delatour doivent en donner inceſſamment une nouvelle édi-

291. Voici les nombres de dents des roues que le Pere Alexandre a employés pour cette révolution.

292. La roue de cadran, ou dont la révolution eſt de 12 heures, porte un pignon de 7, lequel engrene & mene une roue de 50; celle-ci porte un pignon de 7 qui engrene dans une roue de 69 dents; celle-ci porte un pignon de 8 dents, lequel engrene dans une roue qui en a 83 : celle-ci eſt la roue annuelle. Cette révolution aſtronomique eſt fort exacte : nous renvoyons au Traité du Pere Alexandre pour le calcul dont il s'eſt ſervi pour les révolutions des Planetes. M. Camus a auſſi traité de la méthode à ſuivre pour ces ſortes de calculs, dans ſon excellent Cours de Mathématiques, troiſieme Partie.

293. La roue annuelle du Pere Alexandre porte une ellipſe ſur laquelle appuie un levier, auquel eſt attaché le reſſort qui ſuſpend le Pendule; ce reſſort paſſe fort juſte dans une fente du coq fait comme ceux des Pendules à ſecondes ornaires : ce reſſort peut monter & deſcendre dans cette fente. Le point inférieur du coq par où paſſe le reſſort, détermine le centre du mouvement du Pendule. Lors donc que l'ellipſe ſe meut, le levier qui appuie deſſus fait monter & deſcendre le Pendule, ce qui rend les oſcillations plus promptes ou plus lentes. Nous renvoyons au Traité du Pere Alexandre pour la diſpoſition de cette Pendule, & pour le calcul qu'il a fait pour tailler ſa courbe; & quoique cette machine ſoit ingénieuſe dans la théorie, nous la croyons des plus défectueuſes dans la pratique.

294. Car, 1°, tout ce calcul n'eſt fondé que ſur ce principe, que les quarrés des nombres de vibrations, en temps égaux, ſont réciproquement comme les longueurs des Pendules, principe très-vrai dans le Pendule ſimple; mais ces oſcillations du Pendule *compoſé* appliqué à l'horloge, ne ſont plus les mêmes que dans le Pendule ſimple : ainſi quoique l'on ait taillé la courbe d'après ce calcul, il arrivera que le pen-

---

tion, dans laquelle on ſuivra le plan du Pere Alexandre pour l'hiſtoire de l'Horlogerie, en rendant compte des ouvrages dont on a enrichi cet Art juſqu'à ce jour.

dule ne variera pas exactement des quantités requiſes ([a]).

295. 2°. La plus petite erreur d'exécution de la courbe changera la durée de toutes les oſcillations que fait le Pendule en 24 heures : cette erreur étant répétée 86400 fois par jour produira des différences ſenſibles.

296. 3°. Il n'y a aucune méthode, autre que l'expérience, par laquelle on puiſſe vérifier la courbe : ainſi, pour juger ſi une telle ellipſe eſt bien taillée, il faudroit attendre une année.

297. 4°. En ſuppoſant même qu'on voulût vérifier par l'expérience les inégalités de la courbe, on ne pourroit jamais diſtinguer poſitivement les écarts produits par la courbe ; car on pourroit les confondre avec les variations de l'Horloge, cauſées par l'action du chaud & du froid ſur le Pendule, &c.

298. 5°. On ne peut employer un tel méchaniſme que pour les Pendules ſuſpendus par des reſſorts. Or le reſſort de ſuſpenſion étant arrêté en des points différents par le coq, pour peu que ce reſſort ſoit inégal, cela changera le point de ſuſpenſion qu'il ne faut pas toujours croire ſe faire immédiatement à l'endroit où le coq le pince, mais un peu plus bas ; & ce point change ſelon les différentes roideurs du reſſort.

299. Enfin, le levier qui appuie ſur la courbe devant porter, ſelon cette méthode, tout le poids de la lentille, il ſera ſujet à fléchir, & diverſement ſelon ſa poſition. La conſtruction de M. Rivas eſt, ſans contredit, très-préférable à ce moyen, pour les Pendules qu'on veut qui ne marquent que le temps vrai : elles ſont d'ailleurs d'une exécution plus facile ; car la longueur du Pendule reſte conſtamment la même, au lieu que dans celle du Pere Alexandre, le Pendule change tous les jours de longueur, en ſorte que c'eſt comme ſi on régloit l'Horloge 365 fois par an.

[a] Il y a, à la vérité, un remede à cet inconvénient, c'eſt de déterminer par obſervation de combien un Pendule *compoſé* donné, avance ou retarde par jour, pour un accroiſſement ou allongement donné ; mais cet obſtacle levé, il en reſte de plus eſſentiels.

CHAPITRE XVIII.

Deſcription d'une Montre à Équation, à Répétition, à Secondes concentriques, d'un ſeul battement.

300. CETTE Montre marche huit jours ſans remonter : elle marque les mois de l'année & les quantiemes du mois. Nous expliquerons ici la différence de conſtruction de ſes parties lorſque ces Montres vont huit jours, trente heures ou un mois.

301. Quoique le méchaniſme d'équation que nous avons décrit, *Chap. XIV*, ſoit le même, quant au principe, que celui dont nous allons parler ; comme il eſt ici appliqué à des machines beaucoup plus compoſées, & que d'ailleurs les ajuſtements en ſont abſolument différents, beaucoup meilleurs, & que nous n'étions entré ci-devant dans aucun de ces détails, nous croyons faire plaiſir à quelques perſonnes, en leur donnant ici la deſcription & le plan d'une machine aſſez intéreſſante, qui réuniſſant différents effets, eſt tellement compoſée, que chacun eſt auſſi ſolide qu'il le ſeroit s'il étoit mis à part dans une piece.

302. La premiere figure Planche XIII, repréſente la diſpoſition des parties de la répétition : elle eſt deſſinée fort exactement d'après une piece totalement exécutée ſelon les mêmes dimenſions.

303. Les pieces qui concernent la répétition produiſent les mêmes effets que dans les répétitions ordinaires que nous avons décrites *Ch. X.* Nous nous diſpenſerons donc d'entrer la-deſſus dans un nouveau détail, la figure ſervira à en montrer la diſtribution.

304. La ſeconde figure repréſente le plan ou *calibre* du rouage : *A* eſt le barillet ; *B*, la fuſée dont la roue de 54 dents

engrene dans un pignon de 12 qui porte la grande roue moyenne *C* de 64 dents, laquelle engrene dans un pignon de 8, qui porte la petite roue moyenne *D* de 64 dents, laquelle engrene dans un pignon de 8, qui porte la roue de champ *E* de 60 dents, engrenée dans un pignon de 8, qui porte la roue d'échappement *F* de 30 dents : or le balancier faiſant un battement par ſecondes, la roue d'échappement reſte une minute à faire un tour ; & comme elle fait ſept tours $\frac{1}{2}$ pour un de la roue de champ, celle-ci reſte ſept minutes $\frac{1}{2}$ à faire une révolution. Le pignon qui porte cette roue eſt prolongé & paſſe à la cadrature ; il engrene & mene la roue *I* (*fig.* 1) qui a 64 dents : le pignon de la roue de champ fait donc huit tours pour un de la roue *I* : or il employe 7 minutes $\frac{1}{2}$ à faire un tour ; donc la roue *I* employe 8 fois 7 minutes $\frac{1}{2}$ à faire ſa révolution ; c'eſt-à-dire, 60 minutes ou une heure : c'eſt donc le canon de cette roue *I* qui porte l'aiguille des minutes. Voyez plus au long la diſpoſition des minutes & des ſecondes concentriques dans la ſeconde Partie *Chap. XXXVI.* Cette diſpoſition eſt ſemblable à celle de la Pendule à ſecondes, que nous avons décrite *Chap. III.*

305. Les petites roues *a*, *b*, *c*, *d*, *e* repréſentent celles du rouage de répétition.

306. En calculant les révolutions du rouage de la montre, on trouve que la roue d'échappement fait 2160 tours (*Voyez ſeconde Partie, Chap. VI & VII*) pour un de la fuſée, lequel dure par conſéquent 2160 minutes ou 36 heures. C'eſt cette même roue qui fait mouvoir la roue annuelle, & qui lui fait faire une révolution en 365 jours, ainſi que nous allons le faire voir.

307. La fuſée repréſentée (*fig.* 16) porte le pivot 1, lequel entre dans un canon d'acier fixé ſur la roue de fuſée *B* vue de profil ; c'eſt ce canon qui forme le pivot inférieur de la fuſée, & qui roule dans le trou de la platine : ſur le bout prolongé 2 de ce canon, entre à frottement la petite roue ou pignon *a* ; ce pignon eſt vu en plan (*fig.* 1) ; il a 12 dents & engrene dans la roue *b*, qui en a 16 ; celle-ci porte un pignon

de *6*, qui engrene dans la roue *C*, qui en a *30* ; celle-ci tient à frottement avec le rochet fixé ſur l'axe d'un pignon de 4 dents, lequel engrene dans la roue annuelle *C* (*fig.* *3*) : celle-ci a 14*6* dents.

3*0*8. Nous avons dit (*306*), que la roue de fuſée fait une révolution en *36* heures ; le pignon *a* qu'elle porte, fait donc auſſi un tour en même temps. La roue *b*, qui le mene, ayant 1*6* dents, reſte 48 heures à faire une révolution ; & comme elle porte un pignon de *6*, qui engrene dans la roue *C* de *3*0, elle fait cinq tours pour un de la roue *C* ; celle-ci reſte donc dix jours à faire une révolution : enfin tandis que la roue annuelle *A* fait une révolution, le pignon 4 en fait *36* $\frac{1}{2}$, puiſque 4 dents du pignon ſont contenues *36* fois $\frac{1}{2}$ dans 14*6* dents de la roue : or multipliant *36* $\frac{1}{2}$ par 10 jours, on a *365* jours, qui eſt le temps de la révolution de la roue *A*.

3*09*. La petite roue *b* ſe meut entre la platine & un petit pont.

310. Le pivot inférieur de la roue *C* roule dans un trou de la platine, & le pivot ſupérieur entre dans un trou de la *bâtte* ou fauſſe plaque (*fig.* 4), laquelle étant appliquée ſur la premiere figure, recouvre toute la cadrature, & ſe fixe avec la platine par un petit drageoir qui la centre, & par deux vis qui entrent dans les tenons *e*, *f* ; de cette maniere la roue *C* ſe meut entre la platine & la bâtte, comme dans une cage ; & pour lors le pignon 4 engrene dans la roue annuelle, & lui fait faire une révolution en *365* jours d'un mouvement uniforme.

311. La roue annuelle vue (*fig.* *6*), ſe meut ſur le centre ou canon porté par la bâtte vue en perſpective (*fig.* 4) ; elle y porte à plat, de ſorte qu'elle ne peut s'en écarter ; elle eſt retenue après la bâtte par le canon d'acier (*fig.* *9*). L'intérieur de ce canon entre à frottement ſur le côté extérieur du canon formé par la bâtte ; le côté extérieur du canon d'acier entre juſte dans le trou de la roue annuelle ; le canon d'acier appuie par ce moyen ſur la roue, en ſorte que celle-ci ne peut s'écarter en aucune maniere du fond de la bâtte, ne pouvant que tourner autour de ſon centre.

312. Sur la roue annuelle eſt fixée, par deux petites chevilles, l'ellipſe (*fig.* 8) vue par le deſſous, & appliquée (*fig.* 3) à la roue annuelle.

313. Le pignon ou chauſſée *A* (*fig.* 14) eſt d'acier & percé dans ſon centre : le côté extérieur roule juſte dans le trou du canon de la bâtte (*fig.* 4) ; le trou intérieur de ce pignon eſt de grandeur pour y laiſſer paſſer librement le canon de la roue de cadran & de l'aiguille des heures. Ce pignon ou chauſſée a une petite *portée* qui forme un ſecond canon, ſur lequel entre à frottement la plaque *F*, & tellement qu'elle entre au fond de la portée, dont la hauteur eſt déterminée par la longueur du canon de la bâtte : le pignon roule de cette maniere librement & juſte dans ce canon, duquel il ne peut s'écarter, étant retenu par la plaque *F*, qui l'arrête par le deſſus de la bâtte. Cette plaque ſert en même temps à porter le petit cadran (*fig.* 10), qui eſt celui du temps vrai : il eſt fixé après la plaque par le canon de la plaque *F*, vu en perſpective ; il entre dans le trou du petit cadran, ce qui le centre ; une vis ſert à le fixer après la plaque : le roulement du pignon ſur ſon canon entraîne donc le petit cadran.

314. Le petit cadran tourne fort juſte dans le vuide du grand cadran (*fig.* 7), & paſſe même un peu deſſous pour ne pas laiſſer de jour, & qu'on ne voye que l'émail. Le grand cadran porte trois pieds qui entrent dans les trous de la bâtte, vue par deſſus (*fig.* 5) : il ſe fixe avec elle par une petite vis.

315. Nous avons déja expliqué, en parlant de la Pendule à équation (238), comment l'aiguille des minutes portant une aiguille oppoſée qui marque ſur le petit cadran du temps vrai, ſert à indiquer une heure différente, ſelon que l'on fait avancer ou rétrograder ce petit cadran, & que par ce moyen l'aiguille tournant d'un mouvement uniforme, indique un temps variable comme celui du ſoleil. C'eſt à cet uſage qu'eſt deſtinée l'ellipſe *DE* (*fig.* 3), ce qui ſe fait au moyen du rateau *B*, qui engrene dans le pignon ou chauſſée *A* qui porte le petit cadran. Ce rateau porte en *B* une piece d'acier qui forme une petite poulie, dont le fond appuie ſur le bord de l'ellipſe :

la figure 11 repréſente le profil du rateau, dont *a* eſt la petite poulie

316. L'ellipſe eſt limée par deſſous en biſeau, comme on le voit dans la *fig.* 8, en ſorte que la petite épaiſſeur de la poulie s'y loge, & que le rateau ſe meut comme ſur une rainure avec l'ellipſe, dont il ne peut pas s'écarter : or la roue annuelle emportant par ſon mouvement l'ellipſe, celle-ci oblige le rateau, preſſé par le reſſort *F*, de s'approcher ou de s'écarter, ſelon que ſa courbure l'y oblige ; en ſorte qu'il arrive que tandis que la roue annuelle marche conſtamment du même côté, le rateau va & vient ſur lui-même, & fait alternativement avancer & rétrograder le pignon, & par conſéquent le petit cadran. Nous expliquerons ci-après comment on taille l'ellipſe, pour que la variation du petit cadran réponde parfaitement à celle du ſoleil, & que l'aiguille du temps vrai l'indique.

317. Sur la roue annuelle (*fig.* 6) ſont gravés les mois de l'année & les quantiemes du mois de cinq jours en cinq jours. Les mois paroiſſent à travers de l'ouverture faite à la bâtte, comme on le voit (*fig.* 5), ainſi qu'au grand cadran : la bâtte porte une petite pointe ou index, qui marque les mois qui paſſent par cette ouverture, & les jours de cinq en cinq. Cette gravure & l'ouverture qui la laiſſe voir, eſt ſur-tout utile pour tailler l'ellipſe ; mais elle eſt encore très-néceſſaire pour remettre la Montre à l'équation dans le cas où elle auroit reſté quelque temps ſans être remontée. Sans cette précaution, il arriveroit que l'ellipſe reſteroit en arriere, & marqueroit l'équation du jour où la montre auroit été arrêtée ; & que pour la remettre au point qui doit correſpondre au jour actuel, on ne pourroit le faire qu'en tâtonnant ; c'eſt donc autant pour cette raiſon, que pour faire marquer à la Montre les mois de l'année, qu'eſt faite cette ouverture du cadran ; cependant elle a encore ſon mérite, dans les montres de 30 heures ſur-tout, où on fait marquer les jours du mois deſſous la boîte (258).

318. Pour remettre la montre à l'équation, lorſqu'on l'a laiſſée arrêter, on fera tourner le petit rochet *C* (*fig.* 1) : ce rochet,

rochet, fixé ſur l'axe du pignon, ſe meut à frottement, & peut tourner ſéparément de la roue; comme la roue fait un tour en 10 jours, j'ai donné dix dents au rochet; en ſorte que chaque dent dont on l'avance ou la rétrograde répond à un jour. Ainſi je ſuppoſe qu'on voulût amener la roue annuelle au 3 Janvier, on la feroit d'abord tourner juſqu'à ce que le 31 Décembre fût ſous l'index; & avançant enſuite le rochet de trois dents, on ſeroit aſſuré que la roue eſt parvenue au 3 Janvier, & que l'ellipſe marqueroit exactement l'équation de ce jour.

319. La figure 15 repréſente la roue *C*, le rochet & le pignon 4 vu en profil : *d* fait voir le rochet & ſon pignon ſéparé de la roue *e* vue en plan; cette roue s'ajuſte contre le rochet après lequel elle eſt retenue par la petite clavette *f* qui la preſſe, & forme un frottement tel que cette roue ne peut tourner ſéparement du rochet, que lorſqu'on fait tourner celui-ci avec la main : il faut avoir attention de placer derriere la clavette une petite vis attachée à la roue *e*, afin de l'empêcher de ſortir de ſa place.

320. La figure 13 repréſente la piece qui ſert à porter le rateau : cette piece s'attache par une vis avec la bâtte; elle porte une broche qui entre dans le canon du rateau.

321. La figure 12 repréſente le reſſort en *F* (*fig.* 3) qui, placé après la bâtte par une vis, preſſe le rateau, de maniere qu'il appuie continuellement contre l'ellipſe.

322. La figure 18 repréſente le côté intérieur de la platine des piliers, ſur laquelle eſt tracé le calibre d'une répétition à équation, à ſecondes de deux battements, allant 30 heures ſans remonter. *A* eſt le barrillet; *B*, la roue de fuſée qui porte 60 dents; elle engrene dans le pignon de la grande roue moyenne *C*; ce pignon a 10 dents. La roue *C* porte 64 dents; elle engrene dans le pignon de 8 dents, qui porte la petite roue moyenne *D* de 60 dents; elle engrene dans le pignon de la roue de champ *E*, dont la tige prolongée porte l'aiguille des ſecondes; ce pignon eſt de 8 : la roue *E* a 48 dents; elle engrene dans le pignon de la roue d'échappement *F* qui a 12 dents, & la roue 15 : cette roue fait donc faire 30 vibra-

tions au balancier à chaque révolution qu'elle fait ; & comme elle fait quatre tours pour un de la roue *E*, elle fait 4 fois 30 vibrations ou 120 battements, qui étant chacun de demi-ſeconde, la roue *E* reſte une minute à faire un tour. Le pignon de la roue *D* paſſe à la cadrature & conduit la roue *G* des minutes (*fig.* 17), dont on verra l'ajuſtement en grand (*Planche XXVII*, & l'explication ſeconde Partie Chap. *XXXVI*) : *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ſont les roues de ſonnerie du petit rouage : *a* porte 40 dents ; *b* 32, *c* 32, *d* 28, & *e* 26 : celle-ci engrene dans le pignon de volant, qui eſt de 6 dents, ainſi que les autres pignons du petit rouage de ſonnerie.

323. Dans la piece à huit jours que nous avons décrite, de même que pour les Montres qui vont un mois, la roue de fuſée porte le canon comme nous l'avons expliqué (307) ; & la roue annuelle ſe meut par ce moyen d'un mouvement uniforme. Dans les Montres à 30 heures, je fais porter immédiatement par le pivot prolongé de la fuſée (*fig.* 19) qui paſſe à la cadrature (*fig.* 17), un pignon *a* de ſix dents, percé dans ſa longueur ; & il entre à frottement ſur le pivot prolongé de la fuſée, (qui d'ailleurs eſt faite à l'ordinaire), avec lequel il eſt retenu par une goupille qui paſſe à travers le pignon & le pivot. Ce pignon *a* (*fig.* 17) engrene dans la roue *b* de 24 dents, rivée ſur un canon qui ſe meut ſur une broche portée par la platine : cette roue *b* porte une cheville, qui à chaque révolution de la roue, fait avancer une dent de l'étoile *C*.

324. Pendant qu'on remonte la Montre, l'action du pignon ſur la roue *b* oblige la cheville qu'elle porte, de faire avancer une dent de l'étoile *C*. Or, comme on remonte la Montre une fois par jour, & que cette roue *b* ne peut agir qu'une fois ſur l'étoile, celle-ci qui a dix dents, fait un tour en dix jours : cette étoile eſt fixée ſur l'axe d'un pignon de quatre dents, lequel engrene dans la roue annuelle de 146 dents : celle-ci fait donc un tour en 365 jours (308) ; l'étoile *C* eſt retenue par le ſautoir *d*.

325. Il faut obſerver, par rapport à cette maniere de faire

mouvoir l'étoile & la roue annuelle, qu'il faut que les dents de l'étoile ne ſoient pas dirigées au centre de la roue qui la mene, mais plus avant du côté où ſe meut la cheville lorſqu'on remonte la montre; car cette roue étant menée par l'axe de la fuſée, va & revient ſur elle-même; en ſorte que ſi la dent de l'étoile étoit dirigée au centre, la dent qui auroit avancée pendant que l'on remontoit la Montre, rétrograderoit lorſque la Montre marche & que la fuſée revient en ſens contraire; au lieu qu'en dirigeant ces dents à peu près comme dans la figure 17, lorſque la fuſée rétrograde, l'étoile rétrograde auſſi un peu, mais pas aſſez pour parvenir à l'angle du ſautoir.

326. Il faut avoir attention à ne pas rendre trop fort le frottement dela roue annuelle contre la bâtte. Il faut, au concontraire, qu'elle tourne librement, de crainte que l'effet du ſautoir ne ſe faſſe pas, c'eſt-à-dire, qu'il ne ramene pas l'étoile à ſon repos. Alors il arriveroit néceſſairement que la cheville paſſeroit ſans faire tourner l'étoile, & que la roue annuelle reſteroit en arriere: il faut d'ailleurs donner une certaine force au ſautoir pour aſſurer cet effet.

327. On voit que le mouvement de la roue annuelle n'eſt point uniforme; car elle n'avance de la 365^e^ partie de la révolution qu'à chaque fois qu'on remonte la Montre, ce que j'ai fait pour ſimplifier la *conduite* de la roue annuelle; il eſt d'ailleurs aſſez indifférent qu'elle marche par ſaut à chaque jour, ou qu'elle aille d'un mouvement continu (236), puiſque l'équation d'un jour à l'autre ne differe que de 30 ſecondes au plus; mais pour contenter ceux qui pourroient ſouhaiter que la roue annuelle marchât d'un mouvement continu, voici le moyen dont il faut faire uſage. On diſpoſera la roue de fuſée de la même maniere que celle à huit jours (307); on ajuſtera à frottement ſur la canon de cette roue un pignon de 8 dents qu'on tiendra le plus petit poſſible; on fera engrener ce pignon *a* (*Pl. XIII. fig.* 1) dans une roue *b* qui portera 32 dents. Or comme la fuſée de la Montre qui va 30 heures, fait un tour en 6 heures (322), cette roue *b* fera une

révolution en 24 heures : on fixera cette roue *b* ſur un pignon de 4 dents, lequel engrenera dans la roue *C* qui en aura 40 ; celle-ci reſtera donc dix jours à faire une révolution. Cette roue *C* portera un pignon de 4 dents, lequel engrenera dans la roue annuelle de 146 dents ; ce pignon devra s'ajuſter à frottement & porter un rochet comme le fait celui de la Montre à 8 jours (319), afin de remettre l'équation au quantieme lorſqu'on aura laiſſé arrêter la Montre. Le pignon de la roue *b* ſera mobile entre la platine & le petit pont (*fig.* 1).

328. Dans les Montres à équation qui vont un mois, je fais conduire la roue annuelle de la même maniere que pour celles à 8 jours, à cela près, que comme la roue de fuſée reſte 5 jours à faire un tour, je fais engrener la petite roue que ſon canon porte immédiatement dans la roue qui porte le rochet fixé ſur le pignon de 4, & je ſupprime par-là la roue & pignon & le pont de la roue *b* (*fig.* 1) : nous joignons ici le calibre de la Montre à équation d'un mois. La figure 4 Planche VIII, repréſente l'intérieur de la platine des piliers d'une Montre à un mois ſans remonter, à équation, répétition à ſecondes d'un ſeul battement, ſur lequel eſt tracé le calibre du *rouage*.

A eſt le barillet ; *B*, la roue de fuſée qui a 72 dents : elle engrene dans le pignon 10, qui porte la grande roue moyenne *C* ; celle-ci porte 60 dents, qui engrenent dans le pignon de 6 dents, qui porte la petite roue moyenne *D*. Cette roue a 60 dents, & engrene dans le pignon de 6 dents qui porte la roue de champ *E* ; celle-ci porte 60 dents, elle engrene dans un pignon de ſix dents qui eſt au centre ; celui-ci porte la roue d'échappement *F* qui a 30 dents. Or le balancier fait une vibration en une ſeconde ; ainſi la roue *F* reſte une minute à faire une révolution ; c'eſt ſon axe prolongé, qui porte l'aiguille des ſecondes : ſur la tige de la roue de champ *E* eſt chaſſé à force un pignon de 10 dents qui paſſe à la cadrature (*fig.* 5) ; il engrene dans la roue de minutes *G* qui a 60 dents, dont l'ajuſtement eſt pareil à celui de la Pendule à ſecondes (*Pl. III,*) & de la Montre à ſecondes, repréſentée (*Pl. XXVII*, *fig.* 1 & 3) & décrite *ſeconde Partie Chap. XXXVI.* Si l'on calcule les révolutions de ce rouage, on trouve que pendant que la roue de fuſée fait un tour, la roue d'échappement *F* en fait 7200; & comme celle-ci fait un tour par minute, la roue de fuſée reſte 7200 minutes, qui font 5 jours, à faire une révolution: c'eſt le canon de cette roue qui paſſe à la cadrature (de la même maniere que celui de la répétition à 8 jours) qui porte à frottement la roue *a* (*Pl. VIII, fig.* 5); cette roue *a* porte 20 dents qui engrenent dans la roue *b*, qui en a 40: celle-ci reſte donc 10 jours à faire une révolution; elle s'ajuſte ſur l'axe d'un pignon de 4 dents, de la même maniere que celle à 8 jours (319); ce pignon engrene & conduit la roue annuelle de 146 dents. La cadrature de la répétition à un mois ne differe pas de celle à 8 jours: *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ſont les roues du petit rouage de ſonnerie; elles ont les mêmes nombres que celles de la répétition de 30 heures (322).

REMARQUE.

329. Si l'on vouloit qu'une Montre à équation, allant 8 jours ou un mois, marquât les jours du mois, on placeroit, entre la bâtte & le grand cadran, un cercle diviſé en 31 parties ou dents: ce cercle pourroit ainſi rouler ſur un cordon de la bâtte. Pour le faire avancer d'une diviſion à chaque jour, on placeroit un levier, dont un bras ſeroit mu par le rochet *b*, & dont un autre bras à pied de biche conduiroit le cercle de quantieme; on perceroit ſur les 6 heures du grand cadran un trou à travers lequel on verroit les jours du mois.

CHAPITRE XIX.

De la maniere de tracer les Courbes de Pendules ou Montres à Equation.

I. Tailler la Courbe d'une Pendule à équation.

330. POUR tailler une courbe ou ellipſe, il faut commencer par remonter la cadrature d'équation, comme on le voit Planche XI. figure 1; former des repairs aux roues; attacher le cadran; mettre la roue annuelle en place, ainſi que l'ellipſe & le levier qui doit appuyer deſſus; percer un trou à ce levier: ce trou doit ſervir, 1°, à tracer la courbe; 2°, à porter une fraiſe ou lime circulaire, dont je parlerai bientôt; enfin, à porter un rouleau *O* pour appuyer ſur l'ellipſe lorſqu'elle eſt finie.

331. Le point de contact du rouleau *O* ſur la courbe *E* doit être tel, que ſi du centre *L* du levier on tire une ligne qui paſſe par ce point *y*, & que de ce point de contact on éleve une perpendiculaire ſur cette ligne, il faudra que cette perpendiculaire paſſe par le centre de l'ellipſe, c'eſt-à-dire, que la ligne *Ly* doit être *tangente* de la courbe au point *y*; mais comme le lévier doit s'approcher & s'écarter du centre de l'ellipſe, ſelon l'inégalité des rayons de cette courbe, on voit qu'il n'y auroit que ce point *y* de la courbe où la ligne *y L* fût perpendiculaire au rayon *y s*: il faut donc faire que cette ligne *y L* ſoit tangente dans un point de la courbe qui ſoit entre le plus grand & le plus petit rayon de l'ellipſe: par cette conſtruction on déterminera la longueur *y L* du levier, & la courbe menera ce levier avec la moindre réſiſtance. Les leviers ou machines, qui agiſſent ainſi par la tangente, ſont dans le cas le plus favorable du mouvement: c'eſt par

ce point qu'un marteau doit frapper ſur un timbre ; que les dents d'un rochet doivent agir ſur les bras de l'ancre ; que le crochet de fuſée doit être arrêté par le garde-chaîne ; que les détentes de ſonnerie doivent arrêter les chevilles d'arrêt, &c.

332. Il faut, après que cela eſt ainſi diſpoſé, mettre en place les aiguilles *du temps vrai & moyen*, & fixer celle du temps vrai à 60 minutes préciſes, c'eſt-à-dire, ſur le midi, parce que ſelon les tables d'équation que nous donnons ici, elles indiquent les quantités de minutes & ſecondes que doit marquer l'aiguille du temps moyen lorſqu'il eſt midi au ſoleil ; ainſi l'aiguille du temps vrai reſtera immobile, tandis qu'on fera ſuivre à celle du temps moyen les quantités marquées par la table d'équation.

333. On conduira la roue annuelle en ſorte que le premier Janvier ſoit ſous l'index : on verra enſuite dans la table d'équation ([a]) la quantité dont le temps moyen differe du midi au ſoleil le premier Janvier ; & conduiſant l'aiguille du temps moyen au nombre des minutes & des ſecondes indiquées par la table, on prendra le foret avec lequel on a percé le trou du levier ou rateau, & on marquera un point ſur la plaque qui doit former la courbe. Cette opération faite, il faut faire paſſer quatre diviſions de la roue annuelle, qui répondent à quatre jours ; ce qui donnera le 5 Janvier : on verra dans la table l'équation de ce jour, & l'on conduira l'aiguille du temps moyen à la quantité que marque la table ; & de même qu'au premier Janvier, on marquera un point ſur la plaque, on avancera la roue annuelle de cinq diviſions ; & ainſi de cinq en cinq jours on fera des marques ſur la plaque *E*, juſqu'à ce que la révolution annuelle ſoit achevée : les points marqués par le foret, déterminent donc la figure de la courbe : il ne s'agira plus que de la tailler ; & lorſque l'on aura percé un

---

[a] Nous avons donné des tables d'équations pour quatre années : on ſe ſervira de la troiſieme table pour tailler les courbes, parce qu'elle partage à peu près les différences de la premiere & de la quatrieme. On verra dans le Chapitre XX, l'uſage de ces tables pour régler les horloges.

trou à chaque point, on pourra, avec une petite ſcie, couper cette courbe en ne faiſant qu'effleurer les trous, & réſervant à les emporter avec une lime.

334. Une courbe taillée avec les ſoins que je viens d'indiquer, pourroit être aſſez juſte. Cependant, pour y donner un plus grand degré de perfection, il faut l'égaliſer avec une fraiſe ou lime circulaire d'environ trois lignes de diametre; cette fraiſe porte deux pivots, dont l'un roule dans le trou qui a ſervi à marquer la courbe, & l'autre eſt porté par un petit pont *Q* attaché ſur le rateau.

335. La fraiſe miſe dans cette eſpece de cage, porte un cuivrot ou poulie dans laquelle on fait paſſer une corde d'*archet*, pour faire tourner la fraiſe, & par ce moyen emporter la matiere qu'il y a de trop à certaines parties de la courbe. Pour cet effet, on verra combien l'aiguille du temps moyen doit différer du midi au ſoleil pour tel jour donné; mais il faut obſerver, avant de rien limer à la courbe, que le diametre de la fraiſe que j'ai ſuppoſé de trois lignes, éloigne d'une ligne $\frac{1}{2}$ le rateau de la courbe de plus qu'il ne l'étoit lorſqu'il a ſervi à la tracer; ce qui changera néceſſairement la ſituation de l'aiguille du temps moyen: ainſi pour faire reprendre à cette aiguille la place que détermine la table d'équation, il faudroit emporter tout autour de la courbure la grandeur du rayon de la fraiſe, ce qui ſeroit un ouvrage inutile & pénible, & qui rendroit la courbe plus petite qu'elle ne doit être. Pour parer à cette difficulté, je fais le levier de deux pieces *R* & *L*. La piece *L* qui agit & poſe ſur la courbe, peut ſe mouvoir ſéparément de la partie *R* du rateau, de ſorte qu'on éloigne & approche la partie qui touche la courbe, juſqu'à ce qu'appuyant ſur cette courbe au point où elle eſt trop enfoncée, l'aiguille marque l'équation repondant audit jour; alors ayant fixé enſemble ces deux parties *R* & *L* du rateau, on emporte d'abord de cinq jours en cinq jours toutes les parties de la courbe où il y a trop de matiere, & on lime les intervalles après avoir fait la révolution; enfin on peut, après cela, y toucher à chaque jour & l'égaliſer juſqu'à ce que l'aiguille

guille marque exactement l'équation ; il ne ſera plus queſtion que de ſubſtituer, en place de la fraiſe, un rouleau *O* de même diametre, qui tournera dans les mêmes trous, & appuyera ſur l'ellipſe.

336. Nous préférons une cheville d'acier trempé, fixée au rateau, au rouleau dont nous avons parlé, celui-ci pouvant prendre du jeu ou changer par ſon roulement. D'ailleurs c'eſt multiplier l'ouvrage, pour diminuer un frottement qui ne peut cauſer aucune erreur.

337. Pour tailler une courbe avec beaucoup de préciſion ; il ne ſuffit pas de diviſer, à la vue ſimple, chaque diviſion des minutes du cadran en des parties que l'on ſuppoſe être de 30 ſecondes, de 15, de 10, de 5, &c ; il faut de plus les diviſer en effet avec un compas, de ſorte que chaque minute ſoit partagée en douze parties égales & même en quinze, ſi on veut tailler ſon ellipſe à quatre ſecondes près.

REMARQUE.

338. Une méthode que j'employe avec ſuccès pour marquer très-juſte les courbes d'équation, c'eſt de faire entrer à force, dans le trou que l'on perce au rateau, une pointe d'acier trempé, & bien tournée : lorſqu'on a amené l'aiguille à l'équation, un coup de marteau frappé ſur cette eſpece de *pointeau* marque ſur la plaque un point très-exactement, & mieux qu'avec un foret.

339. Lorſqu'on aura ainſi marqué tout le contour de l'ellipſe, on percera par ces points des trous qui ſoient juſte de la groſſeur de la cheville qui devra appuyer ſur l'ellipſe, choſe très-eſſentielle ; car au moyen de cette précaution, & de l'exactitude que l'on mettra en uſage pour marquer les points ſur la plaque, on taillera l'ellipſe très-exactement & ſans qu'il ſoit beſoin de l'égaliſer enſuite. Cette méthode eſt très-expéditive : elle eſt d'autant plus utile, qu'il y a telle diſpoſition d'équation où il ne ſeroit pas poſſible de ſe ſervir du foret ni de la fraiſe.

II. De la maniere de tailler les Courbes des Montres & Pendules d'Equations à Cadrans mobiles.

PLANCHE XIII, *Figure 3.*

340. On aſſemblera ſur la bâtte toutes les pieces qui ſervent à l'équation, c'eſt-à-dire, la roue annuelle, la plaque de l'ellipſe, (laquelle doit tenir à la roue par deux petites chevilles), le rateau auquel on aura percé un trou avant que de le tremper, le pignon ou chauſſée *A*; il faut former un repaire du pignon avec le rateau, c'eſt-à-dire, faire un point ſur une dent du pignon, & un autre dans l'intervalle des deux dents du rateau; on fera entrer la plaque qui porte le petit cadran ſur le canon du pignon *A*.

341. On placera le petit cadran ſur la plaque *F* (*fig.* 14): tout étant ainſi préparé, on fera une fauſſe aiguille *G* qui portera un canon, dont le côté extérieur entrera à frottement dans le trou du pignon *A*. Cette aiguille aura deux bouts; l'un ſera de longueur propre à marquer ſur les diviſions du petit cadran, & l'autre ſur celles du grand. Lorſqu'on aura placé le grand cadran, on fera entrer le canon de la fauſſe aiguille à force dans la chauſſée *A*.

342. On fera tourner cette fauſſe aiguille ſéparement du pignon, de maniere qu'en amenant le trou fait au rateau à l'extrémité de la plaque qui doit former l'ellipſe, le grand bout de la fauſſe aiguille ſoit ſituée ſur les 16 ou 17 minutes du grand cadran à temps moyen; & qu'en ramenant le rateau près du centre, l'aiguille rétrograde juſqu'au 42 ou 43 minutes, ce qui détermine à peu près l'eſpace que doit parcourir le cadran du temps vrai: dans cette opération les 60 minutes du petit cadran doivent toujours être ramenées ſous le petit bout de l'aiguille. Quoiqu'à la rigueur ce cadran ne ſoit pas néceſſaire dans les moments actuels où l'on trace la courbe, il aide à faire voir les raiſons d'opérations que nous indiquerons.

343. Nous obſerverons ici que lorſque l'on conſtruit une

piece à équation, il faut avoir attention à proportionner la grandeur ou plaque de l'ellipſe à la groſſeur du pignon, & réciproquement; ce qui eſt aiſé : car ce pignon devant faire un peu plus d'un demi-tour, il faut que le développement de la moitié de ſa circonférence ſoit égal au chemin que peut faire le bout du rateau, depuis l'extrémité de la plaque qui doit former l'ellipſe juſqu'à une diſtance du centre à peu près égale à celle que nous avons indiquée par nos figures.

344. Enfin pour trouver ſur quels nombres on doit fendre le rateau, pour que ſon engrenage avec le pignon ſoit parfaitement bon, on partira de ce principe, que *pour que deux roues d'inégale grandeur puiſſent s'engrener le plus favorablement, il faut que les nombres de leurs dents ſoient entr'eux comme leurs circonférences.* Or les circonférences ſont entr'elles comme les rayons & les diametres; donc ſi on connoît dans le cas actuel le diametre ou le rayon du pignon & du rateau, on trouvera aiſément le nombre ſur lequel on doit fendre le rateau : je ſuppoſe que l'on a un pignon de trois lignes de diametre & 16 dents, & que le rateau dans lequel il doit engrener, a 7 lignes de rayon; on réduira l'un & l'autre rayons en douziemes de lignes ; le rayon du pignon eſt d'une ligne & demie $= \frac{18}{12}$, & celui du rateau eſt $\frac{84}{12}$: on fera donc la proportion $18 : 84 :: 16 : x$; multipliant 84 par 16, & diviſant par 18, on aura 74, qui eſt le nombre ſelon lequel on doit fendre le rateau. On obſervera que ſi le pignon mene, il faut fendre le rateau ſur un plus grand nombre, comme deux dents de plus; ou ſi au contraire le rateau conduit le pignon, comme dans le cas actuel, il faut le fendre ſur un plus petit nombre, ſur 72 par exemple.

345. Pour revenir au moyen de tailler l'ellipſe; lorſqu'on aura préparé la machine de la maniere que nous venons de le dire, on fera avancer la roue annuelle, graduée comme on le voit (*fig.* 6), de façon que le premier Janvier ſoit ſous l'index de la bâtte : on verra dans la table d'équation de combien le temps moyen differe du midi au ſoleil pour ce jour; on trouve dans la troiſieme table, que lorſqu'il eſt midi au ſoleil,

l'aiguille du temps moyen doit marquer 4 minutes 13 ſecondes ; on avancera donc la fauſſe aiguille (dont le mouvement entraînera le pignon & le rateau) ſur les 4 minutes 13 ſecondes du grand cadran ; on marquera avec un foret qui entre bien juſte dans le trou du rateau, un point ſur la plaque de l'ellipſe : c'eſt celui ſur lequel le rateau doit appuyer, pour que l'aiguille du temps moyen ([a]) marque 4 minutes 13 ſecondes lorſqu'il eſt midi au ſoleil. Il faut marquer ce point avec une grande attention, & de maniere que l'aiguille ne s'écarte pas des 4 minutes 13 ſecondes, & que par conſéquent le rateau reſte immobile.

346. Pour fixer le rateau, & par conſéquent pour marquer la courbe avec une grande préciſion, il faut faire frotter ſur la bâtte le porte-cadran *F*, en ſorte qu'il ne puiſſe tourner pendant qu'on marque l'ellipſe ; & lorſque celle-ci eſt taillée, on donne la liberté convenable au porte-cadran.

347. Ce frottement de la plaque *F* (*fig.* 14) ſur la bâtte facilitera ſinguliérement l'exécution de la courbe ; car tandis que l'on marquera les points avec le foret, on ſera aſſuré que la fauſſe aiguille ne ſe ſera pas dérangée ; il faut donc que ce frottement ſoit un peu dur ; mais il faut avoir ſoin d'éviter que ſa réſiſtance étant trop forte, le canon de la fauſſe aiguille ne puiſſe tourner ſéparément du pignon ; car dans ce cas la courbe ſeroit mal tracée, puiſque le premier point que l'on auroit marqué ſur la courbe ne ſe retrouveroit plus (après la révolution entiere de la courbe) ſous le trou du rateau, c'eſt-à-dire, que la courbe ſeroit irréguliere & ne rentreroit pas ſur elle-même. Pour prévenir ce défaut, il faut fixer la fauſſe aiguille *G* avec une vis ſur la plaque *F* du petit cadran, en ſorte que l'aiguille entraînera ſûrement la plaque ; & comme celle-ci entre à force ſur le pignon *A*, ce pignon ſera auſſi entraîné par la fauſſe aiguille. Pour rendre ces pieces encore

---

[a] Le grand bout de la fauſſe aiguille repréſente l'aiguille du temps moyen : ainſi en conduiſant cette fauſſe aiguille ſelon les quantités indiquées par la table d'équation, elle ſervira à trouver & à marquer les points de la courbe ſur leſquels le rateau doit appuyer, pour conduire le cadran du temps vrai, de maniere à marquer les variations du ſoleil.

plus fixes les unes avec les autres, on fera paſſer par le trou du pignon *A* une broche *H* dont le bout ſoit taraudé pour recevoir un écrou 1, lequel preſſera la fauſſe aiguille pardeſſus, tandis que la portée de la broche *H* preſſera le pignon *A*. Ces attentions ſont très-eſſentielles; & en les employant, on tracera la courbe auſſi juſte qu'on peut le deſirer; il faut auſſi que la roue annuelle tourne à frottement pendant que l'on marque la courbe, afin que le foret ne puiſſe la déranger. La fauſſe aiguille *G*, & le petit arbre *H* ſeront donc des inſtruments dont on ſe ſervira à chaque fois que l'on voudra tracer de pareilles courbes.

348. On avancera enſuite la roue annuelle au 5 Janvier; on verra l'équation de ce jour qui eſt de 6 minutes 3 ſecondes, dont le temps moyen avance; on conduira donc la fauſſe aiguilles ſur 6 minutes 3 ſecondes du grand cadran; on marquera avec le foret un point ſur la plaque, & on continuera ainſi à marquer des points en conduiſant la fauſſe aiguille, ſelon que la table l'indique, juſqu'à ce que la roue, & par conſéquent l'ellipſe, ayent fait une révolution.

349. La plaque étant ainſi marquée, on percera, par chacun des points, des trous avec un foret un peu plus gros que le trou fait au rateau; & cela pour que la petite poulie d'acier que l'on fixera au rateau, ayant ſon collet de même groſſeur que ce foret, il reſte cependant une petite portée qui ſerve à la fixer avec le rateau, ſur lequel elle doit être rivée: cette cheville, que j'appelle *Poulie*, par ſon effet en forme une, lorſqu'elle eſt rivée à ce rateau; car ſans cela c'eſt une eſpece de vis à aſſiette avec une petite tête mince, comme on le voit (*fig.* 11).

350. Ayant ainſi percé l'ellipſe, on emportera toute la matiere de la plaque juſqu'à ce que l'on ait emporté les trous; mais il faut le faire avec beaucoup de précaution; car ſi l'on ne taille pas l'ellipſe juſte, avec toutes ces attentions elle deviendra d'autant plus difficile à égaler, que l'on ne peut pas ſe ſervir, comme pour les Pendules (334), d'une fraiſe qui ôte le trop de matiere. Pour prévenir cette difficulté, il faut

marquer exactement les points, limer la courbe avec précaution, & faire le fond de la poulie qui appuie, de la même groſſeur que celle du foret qui a percé les trous.

351. On limera le deſſous de la courbe en biſeau, comme cela eſt vu (*fig.* 8); nous avons déja dit que c'eſt pour loger la petite tête de la cheville du rateau, afin qu'elle le retienne & l'empêche de s'en écarter, ce qui arriveroit vu le peu d'épaiſſeur de ces pieces.

352. Le rateau ne peut jamais deſengrener de ſon pignon; car je l'ajuſte de ſorte qu'il tende à faire reſſort, & à appuyer ſur l'ellipſe; il eſt encore empêché par l'aſſiette de la roue de cadran.

353. L'ellipſe ainſi taillée, & la cheville du rateau étant fixée, on remontera de nouveau la machine avec le petit cadran, la fauſſe aiguille, &c, comme la premiere fois. On fera avancer le 15 Juin ſous l'index; & comme ce jour, le temps vrai & le temps moyen ſont enſemble (à 4 ſecondes près), on tournera le petit cadran de ſorte que le 60 ſoit diamétralement oppoſé au midi du grand cadran; on placera la fauſſe aiguille ſur le 60 de l'un & de l'autre cadran; & faiſant faire une révolution à la roue annuelle, on verra ſi dans les autres jours la fauſſe aiguille marque juſte l'équation du jour indiqué par la table; ſi cela eſt, on fera un repaire du canon de la plaque avec le bout ſupérieur du pignon du temps vrai; ſinon, on attendra, pour faire ce repaire, qu'on ait marqué les points de la courbe où il y a trop de matiere, & qu'on ait limé & égaliſé cette ellipſe; avec ces précautions on aura très-exactement l'équation; mais il faut obſerver que l'engrenage du pignon avec le rateau doit être précis & ſans jeu.

354. Cette équation eſt très-ſimple & ſolide; elle occupe fort peu de place, & ne charge aucunement la Montre, puiſque toute la force qu'elle doit employer pour la mouvoir, ſe réduit à faire faire une révolution en un an à cette roue, étant ſeulement preſſée par le reſſort qui agit ſur le rateau.

355. Par rapport à l'ajuſtement des aiguilles de minutes des Montres à équation & à ſecondes & répétition, il ne

peut être fait quarrément, car la chauſſée eſt trop mince; pour y ſuppléer, je fais entrer bien juſte le trou de l'aiguille des minutes ſur le bout du canon qui tient lieu de chauſſée, & je fais tourner cette aiguille juſqu'à ce qu'elle faſſe détendre bien juſte l'étoile de la répétition; alors je perce l'épaiſſeur du canon de l'aiguille & celle de la chauſſée; j'ôte l'aiguille & je fais une petite fente à la chauſſée qui coupe le petit trou; je chaſſe une cheville d'acier dans l'épaiſſeur du canon de l'aiguille; cette cheville entre fort juſte dans la fente de la chauſſée, ce qui les fixe l'une avec l'autre.

De l'utilité des Montres à Equation.

356. Les Montres à équation ont une propriété eſſentielle; c'eſt que comme elles ſuivent le mouvement du ſoleil (217) elles peuvent être réglées facilement; car dans les Montres ordinaires à temps moyen, pour les régler au ſoleil, il faut avoir égard aux variations de cet aſtre, & faire abſtraction de ces écarts, ce qui exige des opérations que peu de perſonnes prennent la peine de faire; au lieu que dans les Montres à équation, il ſuffit de mettre l'aiguille qui marque le temps vrai avec le ſoleil : ſi la montre eſt réglée, cette aiguille doit toujours ſe rencontrer avec le méridien; & ſi cela n'eſt pas, c'eſt une preuve que la Montre a varié de toute la quantité dont l'aiguille du temps vrai differe du midi au ſoleil. Or dans cette ſuppoſition, toute l'opération qu'on aura à faire ſe bornera à remettre l'aiguille du temps vrai avec le midi au ſoleil, & à toucher à l'aiguille de roſette, à proportion de l'écart de la Montre : ainſi on eſt diſpenſé de recourir aux tables d'équation pour ſavoir ſi le ſoleil a varié, de combien & en quel ſens, comme cela eſt néceſſaire pour les Montres ordinaires : *voyez Chap. XX.* Il faut convenir que ces ſortes de machines ne ſont pas à l'abri des écarts inévitables des Montres; mais par leur conſtruction elles marquent toujours exactement la différence du temps vrai au temps moyen; & l'on aura toujours très-approchant l'heure du ſoleil, pourvu qu'on

les remette avec le méridien tous les huit ou dix jours. Une Montre à équation ne s'écarte donc du ſoleil qu'à cauſe des écarts inévitables à la Montre, au lieu que la Montre ordinaire s'écarte du ſoleil, & parce que cet aſtre varie, & par les écarts de la Montre, ce qui double les différences ; je dois encore ajouter en faveur de ces ſortes de Montres, que comme elles ſont d'un grand prix, elles ſont compoſées & exécutées avec plus de ſoin que des Montres ordinaires. Je ne doute donc point que l'uſage de ces Montres ne devienne par la ſuite plus commun ; c'eſt pour cette raiſon que je ſuis entré dans tous les détails de conſtruction & d'exécution de ces machines, afin d'en faciliter la pratique aux Ouvriers adroits & intelligents.

CHAPITRE XX.

De l'uſage de la Table d'Equation, pour régler les ouvrages d'Horlogerie.

357. Aprés avoir parlé des variations du ſoleil (*Chap. I*) ; de la conſtruction des Pendules & des Montres à équation (*Chap. XII & ſuiv.*), des moyens de les exécuter & de ſe ſervir des tables d'équation pour tailler l'ellipſe, je dois m'arrêter à l'uſage que l'on fait de ces tables pour régler les Pendules ordinaires, ainſi que les Montres, & donner des méthodes pour en rendre l'uſage facile. Pour mieux en donner l'intelligence, je crois à propos de rappeller ce que j'ai dit, ſoit ſur la diviſion du temps, ſoit ſur les deux ſortes de temps, (le temps vrai ou apparent & le temps égal ou moyen).

358. Le temps vrai eſt celui que marque un Cadran ſolaire ou un Méridien ; en général, c'eſt le temps qui eſt meſuré par la révolution journaliere du ſoleil ; mais comme on l'a vu ci-devant (17), le ſoleil varie : ainſi pour régler une Montre

Montre ou Pendule par le méridien, il faut faire attention à cette variation du ſoleil.

359. Le temps moyen ou égal, eſt le temps dont toutes les parties ſont exactement uniformes. Tel eſt celui que marque une Pendule à ſecondes, qui étant miſe un certain jour de l'année avec le ſoleil, ſe retrouveroit dans un an à pareil jour juſte avec lui à ſon paſſage au même meridien.

360. Les Pendules & Montres ne peuvent marquer conſtamment que le temps moyen; ces machines étant bien conſtruites ne ſçauroient diviſer le temps qu'en des parties égales: lors donc que l'on veut regler une Pendule par le meridien, il faut faire abſtraction des écarts du ſoleil, c'eſt à cet uſage que ſont deſtinées les tables d'équation.

361. Les tables d'équation que nous donnons ici ſont tirées des *Ephémérides des mouvements céleſtes* de M. l'Abbé de la Caille.

362. La premiere table eſt calculée pour l'année biſſextile 1768: elle peut ſervir ſans erreur ſenſible pour trois ou quatre années biſſextiles, tant en deçà qu'au-delà de 1768.

363. La ſeconde table eſt calculée pour l'année 1769: elle peut ſervir pour chacune des premieres années après la biſſextile, pendant douze ou ſeize ans avant & après 1769.

364. La troiſieme table eſt calculée pour l'année 1770: elle peut ſervir pendant douze ou ſeize ans pour chaque ſeconde année après la biſſextile.

365. Enfin la quatrieme table eſt calculée pour l'année 1771: elle peut ſervir de même pour chaque troiſieme année qui ſuit la biſſextile, comme 1763, 1767, 1775, &c.

366. Ces tables indiquent pour chaque jour de l'année à l'inſtant du midi au ſoleil, l'heure qui doit être marquée ſur le meridien de Paris, par une horloge réglée ſur le temps moyen: ainſi on voit que le premier Janvier 1762, (*voyez Table III.*) l'horloge doit marquer 4 minutes 13 ſecondes (a) à l'inſtant du midi au ſoleil à Paris. Le premier Mai l'hor-

---

[a] C'eſt-à-dire, que l'Horloge doit marquer midi 4 minutes 13 ſecondes lorſqu'il eſt midi au ſoleil.

loge doit marquer 11 heures 56 minutes 51 ſecondes, lorſqu'il eſt midi au ſoleil, & ainſi de ſuite. Ces tables ſont donc très-utiles pour régler les ouvrages d'Horlogerie ; car ſi à l'inſtant du midi au ſoleil, on fait marquer à une horloge l'heure exacte indiquée par la table d'équation au jour propoſé, & que le lendemain ou un autre jour, on compare l'heure de l'horloge avec le midi au ſoleil ; pour que cette horloge ſoit réglée, il faut qu'elle marque exactement l'heure, la minute & la ſeconde indiquées par la table pour le jour où l'on voit le midi au ſoleil ; & ſi elle différe en plus ou en moins, c'eſt une preuve qu'elle n'eſt pas réglée ſur le temps moyen ; car puiſque ces tables indiquent la quantité des variations du ſoleil ſur un mouvement moyen & uniforme (17), pour que l'horloge ſoit réglée, il faut qu'elle differe toujours du midi au ſoleil de la quantité de ces écarts indiqués par la premiere colonne de la table.

367. La derniere colonne de chaque mois marque pour tous les jours de l'année, le nombre de ſecondes dont le ſoleil varie en 24 heures ſur le temps moyen. Ce ſont ces quantités qui, ajoutées ou ſouſtraites, forment l'équation de l'horloge : ainſi on voit (*Table I*), qu'en ajoutant à l'équation 3 minutes 59 ſecondes pour le premier Janvier, 28 ſecondes, dont le temps moyen a avancé ſur le temps vrai du premier au 2, on aura 4 minutes 27 ſecondes, qui fait l'équation du 2 Janvier ; & ſi on ſouſtrait de l'équation du premier Mars, qui eſt 12 minutes 31 ſecondes, la quantité 13 ſecondes, dont le temps moyen a retardé ſur le temps vrai du premier au 2, on aura pour l'équation du 2 Mars 12 minutes 18 ſecondes. (Ces différences doivent être ajoutées lorſqu'elles ſont marquées croiſſantes, & ſouſtraites quand elles ſont marquées décroiſſantes).

368. Quand les différences ſont marquées *croiſſantes*, c'eſt alors que le temps moyen va en avançant par rapport au ſoleil ; ou, ce qui revient au même, que le ſoleil va en retardant par rapport au temps moyen : & quand ces différences ſont marquées *décroiſſantes*, le temps moyen va en retardant ſur le ſoleil.

369. On peut auſſi ſe ſervir de cette colonne des différences pour régler une horloge. Nous allons le faire voir par un exemple ; enſuite nous paſſerons à l'application de la premiere colonne pour régler les horloges & les Montres , cette derniere étant beaucoup plus utile & plus commode.

REMARQUE.

370. Quoique ces tables ſoient plus que ſuffiſantes pour les beſoins des Artiſtes, ſans leur faire aucune correction pour les années éloignées , ſi cependant on étoit curieux de ſavoir par quel moyen on pourroit avoir la quantité préciſe du temps moyen au midi vrai pour d'autres années que celles pour leſquelles celles-ci ont été calculées, on y employera la petite table ſuivante, qui indique de dix en dix jours la correction qu'il faudroit faire au bout de 100 ans, & à proportion pour un autre nombre d'années.

Table de la correction qu'il faut faire au bout de cent ans Juliens, pour avoir le Midi moyen au Midi vrai.

Jours de l'Année.	Correct. ſouſtract. *Sec.*	Jours de l'Année.	Correct. addit. *Sec.*	Jours de l'Année.	Correct. addit. *Sec.*	Jours de l'Année.	Correct. ſouſtract. *Sec.*
Janv. 1	$14\frac{1}{2}$	Avril 1	0	Juill. 1	15	Oct. 1	0
11	14	11	3	11	14	11	$2\frac{1}{2}$
21	13	21	5	21	14	21	5
Févr. 1	12	Mai 1	8	Août 1	13	Nov. 1	7
11	11	11	10	11	11	11	9
21	9	21	12	21	9	21	11
Mars 1	7	Juin 1	13	Sept. 1	7	Déc. 1	13
11	5	11	14	11	5	11	$13\frac{1}{2}$
21	$2\frac{1}{2}$	21	15	21	$2\frac{1}{2}$	21	14

On demande, par exemple, quelle eſt l'équation qui convient au 15 Février 1794 : cette année eſt la ſeconde après la biſſextile : l'équation pour 1770, ſeconde après la biſſextile, eſt 14 minutes 31 ſecondes, ſelon la table III. Or je trouve dans la petite table précédente que la correction pour le 15 Février (milieu entre le 11 & le 21 à peu près) eſt entre 11 & 9 ſecondes, ſouſtractive : ſuppoſons donc 10 ſecondes : de 1770 à 1794, il y a vingt-quatre ans : je dis donc ; ſi en 100 ans la correction eſt de 10 ſecondes, en 24 ans elle eſt de 2 ſecondes ½ ; donc il faut ôter 2 ſecondes ½ de l'équation 14 minutes 31 ſecondes ; & on a celle qui convient au 15 Février 1794 de 14 minutes 28 ſecondes ½.

Si on vouloit calculer le midi moyen au midi vrai pour pluſieurs années avant celles pour leſquelles ces tables ont été dreſſées, il faudroit employer comme additive la correction qui eſt marquée ſouſtractive, & comme ſouſtractive celle qui eſt marquée comme additive.

Par exemple, pour le 29 Mai 1715, année troiſieme après la biſſextile, éloignée de 56 ans de 1771, pour laquelle la table IV a été calculée, on trouve dans la petite table précédente que la variation pour 100 ans eſt de 13 ſecondes, additive : faiſant cette proportion ; 100 ans ſont à 56 comme 13 ſecondes ſont à 7 ſecondes, on trouve qu'il faut ôter 7 ſecondes de 11 heures 56 minutes 14 ſecondes temps moyen au midi vrai le 29 Mai 1771, & on a 11 heures 56 minutes 7 ſecondes, temps moyen au midi vrai le 29 Mai 1715.

Uſage de la colonne des Différences.

371. Pour régler une Pendule (ou Montre) au moyen de la colonne des différences, il faut mettre ſon horloge (ou Montre) avec le meridien, & voir le lendemain ſi elle differe du ſoleil de la quantité que marque la table pour ce jour-là : ſi elle differe juſte de la même quantité de ſecondes, & dans le ſens que la table indique, c'eſt une preuve que la Pendule eſt réglée ; ſi au contraire elle ne marque pas juſte cette quantité, il faut la régler en conſéquence de l'erreur.

EXEMPLE.

372. Le 27 Décembre 1762, on a mis la Pendule au méridien. Pour ſavoir ſi elle eſt réglée, on verra dans la ſeconde colonne combien le temps moyen a changé ſur le midi au ſoleil depuis le jour précédent; on trouve (*voyez Table III*) que les différences ſont croiſſantes, & que par conſéquent (*368*) il a avancé de 29 ſecondes : ſi donc la Pendule eſt réglée, elle doit être en avance le 28 Décembre, de 29 ſecondes ſur le midi au ſoleil; car ſi elle ſe trouvoit juſte avec le meridien, il faudroit qu'elle eût retardé de 29 ſecondes, puiſque le temps moyen a avancé de cette quantité en 24 heures : ainſi il faudroit toucher (à l'écrou, ſi c'eſt une Pendule, & à l'aiguille de roſette, ſi c'eſt une Montre), à proportion de l'écart; ſi au contraire elle étoit en avance avec le meridien de plus de 29 ſecondes, elle auroit avancé, il faudroit donc la régler en conſéquence.

373. Si on laiſſe écouler pluſieurs jours ſans voir le méridien, pour lors il faut additionner le nombre de ſecondes de la table, à compter du jour où la Montre ou la Pendule a été miſe au meridien, à celui où on l'obſerve : ſi l'horloge eſt réglée, elle doit différer du méridien de cette quantité juſte; ſinon, il faut la régler en conſéquence de l'erreur, ainſi qu'on vient de le voir.

374. Ces différences doivent être ajoutées enſemble lorſqu'elles ſont toutes ou croiſſantes ou décroiſſantes; car ſi elles étoient partie croiſſantes & partie décroiſſantes, il faudroit prendre à part la ſomme des croiſſantes & la ſomme des décroiſſantes, puis ſouſtraire la plus petite ſomme de la plus grande, & l'excès donneroit la différence du temps moyen au midi au ſoleil. Je ſuppoſe, par exemple, que le 6 Février 1764, on a mis ſon horloge ou ſa Montre ſur un bon méridien, & qu'on ne revoit ce même méridien que le 14 : les différences ſont croiſſantes juſqu'au 11, (*voyez table I*); leur ſomme eſt 9 ſecondes; & du 11 au 14 elles ſont décroiſſantes,

faiſant la ſomme *3* : l'excès des différences croiſſantes ſur les décroiſſantes eſt de *6* ſecondes, & par conſéquent le temps moyen a du avancer (*368*) de *6* ſecondes du 11 Février au 14.

REMARQUE.

375. Lorſqu'on laiſſe écouler pluſieurs jours ſans voir le méridien, cette addition qu'il faut faire de ces différences devient embaraſſante ; il faut donc ſe ſervir de la premiere colonne avec laquelle on réglera la Pendule, & on lui fera ſuivre le temps moyen ou uniforme. Pour cet effet, il faut mettre la Pendule, au moment du paſſage du ſoleil par le méridien, à la quantité de minutes & de ſecondes marquée au jour propoſé dans la premiere colonne, & voir le lendemain, ou un autre jour, ſi la Pendule marque, à l'inſtant du paſſage du ſoleil par le méridien, le nombre de minutes & ſecondes indiqué par la table pour ce jour : ſi elle marque cette quantité juſte, c'eſt une preuve qu'elle eſt réglée ; au contraire, ſi elle differe de cette quantité, ſoit en avance, ſoit en retard, il faut baiſſer ou hauſſer la lentille proportionnellement à l'erreur, & au ſens dont l'horloge ſe ſera écartée de la table.

EXEMPLE.

376. Le 18 Décembre de la deuxieme année après la biſſextile, on a vu le méridien & mis l'aiguille du temps moyen de la Pendule (ou Montre) à 11 heures 57 minutes 12 ſecondes, nombre que marque la table ce jour, (*voyez table III.*) On obſervera le lendemain l'heure de l'horloge avec le midi au ſoleil : or ſi l'horloge differe du midi au ſoleil de la quantité juſte qui eſt marquée par la table le 19, c'eſt une preuve qu'elle eſt réglée. Dans notre exemple on trouve, que lorſqu'il eſt midi au ſoleil le 19 Décembre, l'horloge doit marquer 11 heures 57 minutes 42 ſecondes ; ſi elle marque juſte cette heure, c'eſt une preuve qu'elle eſt réglée : ſi au contraire l'horloge ſe trouvoit juſte avec le ſoleil, ce ſeroit une preuve

qu'elle auroit avancé, ainſi il faudroit baiſſer la lentille. Enfin, ſi l'horloge marquoit moins de 11 heures 57 minutes 42 ſecondes, elle auroit retardé ſur le temps moyen, il faudroit donc toucher à l'écrou à proportion de l'écart : on répétera ainſi cette opération jusqu'à ce que l'horloge marque, à chaque jour qu'on la compare au midi du ſoleil, les quantités indiquées par la table (366).

377. On peut ſe diſpenſer de voir tous les jours le méridien, & en laiſſer écouler pluſieurs, en ſe reſſouvenant ſeulement du jour où la Pendule a été miſe au ſoleil, afin que ſi elle ne marque pas exactement l'heure indiquée par la table, on touche à la lentille à proportion du nombre de jours écoulés, & de la quantité dont l'horloge differe de la table d'équation.

378. Lorſqu'une Pendule ou une Montre eſt ainſi réglée, on peut toujours ſavoir l'heure qu'il eſt au ſoleil, au moyen de la table d'équation ; car ſi, par exemple, on a une Pendule réglée ſur le temps moyen, & que le premier Janvier 1763, on demande l'heure qu'il eſt au ſoleil lorſque l'horloge marque midi, on trouve dans la troiſieme table, pour le premier Janvier, que l'horloge doit marquer 4 minutes 13 ſecondes, lorſqu'il eſt midi au ſoleil ; le ſoleil retarde donc de cette quantité ; ainſi lorſque l'horloge marque midi, il eſt 11 heures 55 minutes 47 ſecondes au ſoleil.

379. Si l'on cherche l'heure du ſoleil à une autre heure que midi, il faut avoir égard à la quantité dont l'équation a changé depuis midi. Pour cet effet, il faut voir la colonne des différences dont on prendra une partie proportionnelle aux nombres d'heures donnés après midi. On demande, par exemple, le 10 Janvier 1762, l'heure qu'il eſt au ſoleil, lorſqu'une horloge réglée ſur le temps moyen marque 3 heures ; on trouve dans la III^{e}. table, que lorſqu'il eſt midi au ſoleil, l'horloge doit marquer 8 minutes 10 ſecondes, & on voit que la différence du 10 au 11 Janvier eſt croiſſante & eſt de 24 ſecondes ; c'eſt donc 3 ſecondes pour 3 heures, qu'il faut ajouter à 8 minutes 10 ſecondes ; ce qui donne 8 minutes 13 ſe-

condes dont le ſoleil retarde ſur l'horloge à 3 heures après midi ; c'eſt-à-dire, que lorſqu'il eſt 3 trois heures à l'horloge, il eſt 2 heures 51 minutes 47 ſecondes au ſoleil. Si l'on demande l'heure du ſoleil avant midi, il faut prendre l'équation du jour précédent, & y ajouter (ou ſouſtraire, ſelon que les différences ſont croiſſantes ou décroiſſantes) une partie de la différence, qui ſoit proportionnelle au nombre d'heures écoulées depuis midi précédent. On demande, par exemple, le 11 Août 1762, l'heure du ſoleil, lorſqu'il eſt 8 heures du matin à l'horloge : on trouve dans la III^e. table, que le 10 Août, lorſqu'il eſt midi au ſoleil, l'horloge doit marquer 4 minutes 55 ſecondes, & on voit que la différence du 10 au 11 eſt décroiſſante & de 9 ſecondes ; on fera donc la proportion : comme 24 heures eſt à 20 minutes, ainſi 9 ſecondes ſont à un quatrieme terme : on trouve 7 ſecondes $\frac{1}{2}$ qu'il faut ſouſtraire de l'équation du 10 ; on a 4 minutes 47 ſecondes $\frac{1}{2}$, c'eſt-à-dire, que le 11 Août lorſque l'horloge marque 8 heures du matin, il eſt 7 heures 55 minutes 12 ſecondes $\frac{1}{2}$ au ſoleil.

380. Pour régler une Pendule à ſecondes ſur un cadran ſolaire ou ſur une méridienne un peu éloignée de l'horloge, on peut y rapporter le midi vrai indiqué par cette méridienne, à l'aide d'une Montre à ſecondes, que l'on met d'accord avec la Pendule, & qu'on arrête à l'inſtant de midi : alors la Montre indique quelle heure il étoit à la Pendule à cet inſtant ; ou bien ayant arrêté la Montre après avoir mis ſes aiguilles ſur le midi, on la laiſſe aller à l'inſtant du paſſage du ſoleil par le meridien, de ſorte qu'elle donne exactement l'heure du ſoleil, qu'on peut comparer enſuite avec l'heure de la Pendule.

I. REMARQUE.

381. Si l'on n'étoit pas placé ſous le méridien de Paris, la premiere colonne de la table de l'équation de l'horloge, ne donneroit pas les inſtants précis du temps moyen au midi vrai, parce que ces temps ſont calculés pour le meridien de Paris ;

Paris ; mais la colonne des différences ſeroit toujours exacte & d'un uſage ſûr, & c'eſt un avantage qu'elle a ſur la premiere. Or, quoique dans la pratique de l'Horlogerie l'erreur qui réſulteroit de l'uſage de la premiere colonne, ſans y faire de réductions, ne ſeroit gueres de conſéquence ; cependant, pour ne rien omettre là-deſſus, nous dirons qu'on trouve la correction de la table pour chaque jour, en faiſant cette proportion : Comme 24 heures ſont à l'accélération ou au retardement diurne de l'équation de l'horloge, ainſi la différence des méridiens de Paris & du lieu donné, eſt à la correction cherchée. Par exemple, on demande à quel inſtant du midi moyen eſt le midi vrai le 5 Janvier 1768 à Pekin ; la différence des méridiens entre Paris & Pekin eſt 7 heures 36 minutes à l'Orient, de ſorte que quand on compte midi à Pekin, il n'eſt à Paris que 4 heures 24 minutes du matin : faiſant donc 24 heures 0 minutes ſont à 27 ſecondes, accélération du temps moyen du 4 au 5 Janvier, comme 7 heures 36 minutes ſont à 8 ſecondes $\frac{1}{2}$ qu'il faut ôter de 0 ^{h}. 5 minutes 49 ſecondes, équation de l'horloge le 5 Janvier 1768 à Paris ; & on l'a 0 ^{h}. 5 minutes 40 ſecondes $\frac{1}{2}$, temps moyen au midi vrai de Pekin. Ainſi ce calcul eſt la même choſe que celui de l'équation du temps pour une heure à Paris, différente de celle de midi (379).

II. REMARQUE.

382. Lorſque l'on doit élever ou abaiſſer la lentille d'un Pendule à ſecondes, pour le faire accélerer ou retarder, on peut compter ſur à peu près autant de centiemes de lignes qu'il y a de ſecondes par jour à la faire avancer ou retarder : comme, ſi l'horloge avançoit de 25 ſecondes par jour ſur le temps moyen, il faudroit baiſſer la lentille de 25 centiemes de ligne, ce qui fait un quart de ligne, & ainſi à proportion. Si la lentille battoit les demi-ſecondes, il ne faudroit compter que ſur $\frac{1}{400}$ de ligne pour chaque ſeconde à corriger. Ainſi dans le cas de l'exemple précédent, il ne faudroit baiſſer

la lentille que de $\frac{1}{16}$ de ligne pour la faire retarder de 25 ſecondes par jour. Cette regle n'eſt qu'à peu près exacte. Dans le Pendule ſimple à ſecondes, il faudroit compter ſur $\frac{1}{96}$ de ligne par ſeconde ; mais comme les Pendules des Horloges ſont toujours un peu plus longs que les Pendules ſimples, & que leur longueur dépend principalement de la peſanteur de la verge & de la groſſeur de la lentille, on peut réduire la regle de $\frac{1}{96}$ de ligne à $\frac{1}{100}$, à cauſe de la commodité des nombres.

De la maniere de régler une Pendule aſtronomique par les Etoiles fixes.

383. Les méthodes que nous venons d'indiquer pour régler les Pendules & les Montres, ſont ſuffiſantes pour des machines ordinaires ; mais lorſqu'il eſt queſtion de vérifier la juſteſſe d'une Horloge aſtronomique ou d'obſervation, il faut recourir à la méthode la plus exacte, puiſqu'alors il ne faut pas négliger une demi-ſeconde en 24 heures ; or le paſſage du ſoleil par un cadran ou par un méridien ordinaire, ne peut pas donner une ſi grande juſteſſe. La méthode la plus commode & la plus préciſe eſt celle où l'on employe le paſſage des étoiles fixes par le méridien, ou par un certain même point du ciel.

384. La révolution de la terre, par rapport aux Etoiles fixes, ſe fait d'un mouvement uniforme ; elle eſt conſtamment de 23 heures 56 minutes 4 ſecondes de temps moyen, c'eſt-à-dire, de 3 minutes 56 ſecondes de moins que la révolution journaliere moyenne de la terre par rapport au ſoleil. Si donc on obſerve un jour quelconque le paſſage d'une étoile fixe par le méridien, ou par un certain point quelconque dans le ciel, en marquant l'heure, la minute & la ſeconde qu'il eſt dans ce moment à l'Horloge que l'on veut régler ; ſi enſuite le lendemain au retour de l'étoile par le méridien, ou par le même point du ciel, on marque encore l'heure, la minute & la ſeconde qu'indique l'Horloge, on ſaura facilement ſi elle

eſt réglée ſur le temps moyen ; car ſi elle marque 3 minutes 56 ſecondes de moins que la veille, c'eſt-à-dire, ſi ayant montré 10 heures juſtes, elle montroit le lendemain 9 heures 56 minutes 4 ſecondes, ce ſeroit une preuve que l'Horloge eſt parfaitement réglée ſur le temps moyen ; ſi au contraire elle différoit de cette quantité en plus ou en moins, il faudroit tourner l'écrou de la lentille, en conſéquence de l'écart.

385. Si on laiſſe écouler pluſieurs jours ſans revoir l'étoile : pour ſavoir l'heure que devra marquer l'Horloge à l'inſtant de la ſeconde obſervation, il faudra ajouter autant de fois 3 minutes 56 ſecondes , qu'il s'eſt écoulé de jours , & l'on aura la quantité dont l'Horloge devra retarder ſur l'étoile fixe. Je ſuppoſe, par exemple, que lors de la premiere obſervation, l'Horloge marquoit 10 heures, & qu'il s'eſt écoulé quatre jours juſqu'à la ſeconde ; on multipliera 3 minutes 56 ſecondes par 4, & on aura 15 minutes 44 ſecondes, dont l'étoile a avancé ſur le temps moyen : on ôtera donc de 10 heures que marquoit l'Horloge à la premiere obſervation 15 minutes 44 ſecondes dont l'étoile a avancé, & l'on aura 9 heures 44 minutes 16 ſecondes, qui ſera l'heure que devra marquer l'Horloge à l'inſtant du paſſage de l'étoile, le quatrieme jour après la premiere obſervation. Nous joignons ici une table de l'accélération des étoiles fixes ſur le temps moyen depuis un jour juſqu'à 45 ; par-là on ſera diſpenſé de multiplier 3 minutes 56 ſecondes par le nombre de jours écoulés entre deux obſervations : car ſi on eſt 10 jours ſans voir l'étoile, la table indique que l'étoile a avancé de 39 minutes 19 ſecondes ſur le moyen mouvement. *Voyez Table V.* Il faut obſerver que l'accélération des étoiles fixes n'eſt pas exactement de 3 minutes 56 ſecondes ſur le moyen mouvement ; mais qu'elle eſt de 3 minutes 55 ſecondes 54 tierces ; c'eſt-à-dire, que les étoiles accélerent 6 tierces de plus par jour que je ne l'ai ſuppoſé, (pour abreger) ; ſi donc on laiſſoit écouler pluſieurs jours entre les deux obſervations , il faudroit tenir compte de ces 6 tierces : c'eſt pour cette raiſon que l'on verra

dans la table, qu'au bout de 10 jours l'étoile avance d'une ſeconde de plus qu'elle n'auroit fait, ſi ſa révolution étoit de 3 minutes 56 ſecondes juſtes.

386. Pour trouver le temps du retour de l'étoile à un même point du ciel quelconque, il faut faire conſtruire une lunette de 8, 12, 20 ou 30 pouces, &c, ſelon qu'on voudra avoir plus de préciſion, & que les lieux le permettront. Le tuyau en doit être de cuivre ou pour le moins de fer blanc ſoudé bien ſolidement; elle doit avoir deux verres convexes; l'un qui eſt l'*objectif*, doit être fixé au bout du tuyau d'une maniere la plus inébranlable qu'il eſt poſſible: l'autre, qui eſt l'*oculaire*, s'enchâſſe dans un canon qu'on inſere dans l'autre bout du tuyau, de ſorte qu'on puiſſe le pouſſer ou le tirer pour l'ajuſter à la vue de l'Obſervateur. Pour placer l'objectif comme il faut, ſi le tuyau eſt de tôle, ou de cuivre, ce qui eſt le mieux; ce verre doit être enfermé dans une virole goupillée au tuyau, & aſſujetti dans cette virole par trois vis qui le preſſent ſur ſes rebords. Au foyer de cette lunette il doit y avoir un fil d'argent trait, tendu dans le ſens d'un diametre, & une petite lame mince d'argent ou de laiton, dreſſée & tendue dans le ſens d'un diametre perpendiculaire au fil d'argent, ce qui compoſe une croiſée, qui peut être appliquée ſur le bout d'un canon de cuivre, qui tiendra à frottement dans le tuyau de la lunette. Cette croiſée doit être placée, de ſorte qu'ayant fixé la lunette après avoir placé l'image d'un objet le plus éloigné qu'il eſt poſſible ſur le fil d'argent, cet objet paroiſſe fixe ſur le même endroit du fil, quelque mouvement que l'on donne à l'œil qui regarde dans la lunette; car ſi l'objet paroiſſoit avoir du mouvement à l'égard de ce fil, il faudroit pouſſer ou retirer le canon de la croiſée juſqu'à ce que ce mouvement devienne abſolument inſenſible.

387. Quoique cette lunette faſſe voir les objets renverſés, elle eſt préférable à toutes les autres pour les uſages aſtronomiques, & pour régler les Pendules.

Pour la placer comme il faut relativement à ce dernier uſage, on choiſira une étoile à une portée commode de la vue, n'importe dans quelle partie du ciel, qui ſoit viſible peu de temps après le coucher du ſoleil, & à laquelle la lunette étant dirigée, on puiſſe la fixer dans cette ſituation par le moyen de quelques tenons de fer ou de cuivre ſcellés dans un gros mur, & de quelques vis qui aſſujettiront la lunette dans des collets ou viroles fixées à ces tenons. Ayant diſpoſé le tout pour arrêter la lunette, de ſorte que l'on ſoit aſſuré que l'étoile traverſera la croiſée, & la lunette n'ayant plus d'autre mouvement que celui de pouvoir tourner dans les collets ou viroles, on attendra que l'étoile entre dans ſon champ; alors on tournera la lunette ſur ſon axe, de ſorte que la route de l'étoile qui la traverſe ſoit parallele au fil d'argent, & qu'ainſi l'étoile vienne rencontrer la lame perpendiculairement, du moins à peu près. Lorſqu'on ſe ſera aſſuré que la poſition actuelle de la lunette eſt telle que le fil d'argent eſt ſenſiblement parallele à la route de l'étoile, on la fixera par le moyen des vis, & l'on n'y touchera plus. Alors on aura un inſtrument propre à vérifier en tout temps la marche de l'Horloge, non-ſeulement par le moyen de l'étoile choiſie, mais auſſi par telle autre qui paſſera dans la même ouverture de lunette; car on en pourra remarquer un aſſez grand nombre en regardant de temps en temps dans cette lunette.

388. Si le plan du mur auquel on fixe la lunette, eſt à peu près tourné vers l'Orient ou le Couchant, la lunette ſera dans le méridien ou à peu près; le fil d'argent ſe trouvera horizontal ou de niveau, & la lame verticale ou d'aplomb: dans toute autre poſition le fil & la lame ſeront inclinés. La poſition dans le méridien a pluſieurs avantages, mais elle n'eſt pas abſolument néceſſaire.

En préparant cet équipage il faut prendre garde de confondre une planete avec une étoile. La planete ſeroit propre à placer la croiſée de la lunette comme il faut, mais non à régler l'Horloge; puiſque ſes retours au même point du ciel ne ſe font pas en temps égaux comme ceux des étoiles; mais lorſqu'une lunette eſt une fois placée, comme nous l'avons dit, on ne peut manquer d'y rencontrer des étoiles à une heure commode pour l'obſervation. Si la Pendule qu'on veut vérifier n'eſt pas à la portée de la lunette fixe, pour avoir l'heure qu'il eſt à cette Pendule à l'inſtant du paſſage de l'étoile par l'un ou l'autre bord de la lame qui eſt dans la lunette, il faut ſe ſervir d'une *Montre* à ſecondes, que l'on mettra bien juſte à l'heure de la Pendule; on attendra enſuite l'inſtant du paſſage de l'étoile; alors on arrêtera la Montre au moyen de la détente qu'on pratique à ces ſortes de Montres; on remarquera l'heure, la minute & la ſeconde où elle eſt arrêtée, ce qui donne le moment du paſſage de l'étoile, & le lendemain on en fera autant: on jugera par ce moyen ſi la Pendule eſt réglée.

389. L'étoile qu'on a obſervée, avançant tous les jours de 3 minutes 56 ſecondes, ceſſera en peu de temps d'être apperçue à cauſe du jour, ou bien elle paſſera à une heure trop incommode. Alors on en choiſira quelqu'autre qui paſſe par la même ouverture de lunette: on ne manquera gueres d'en trouver; quelque petite qu'elle ſoit, on pourra la voir ſe cacher derriere la lame ou ſortir de deſſous, pourvu qu'avant de mettre ſon œil dans la lunette, on l'ait tenu pendant quelques minutes dans l'obſcurité. Alors on verra cette lame tant que l'œil ne ſera pas ébloui par quelque lumiere étrangere.

390. Quoique la maniere de ſe ſervir d'une lunette fixe pour régler les Horloges par le paſſage des étoiles, à l'égard d'un des bords d'une lame placée au foyer de cette lunette, ſoit la plus ſûre & la plus exacte, on peut cependant éviter le travail de placer la croiſée, & même ſe paſſer abſolument de cette croiſée, en fixant au hazard une lunette à deux verres convexes à un plan inébranlable quelconque. Car alors on pourra déterminer le temps des révolutions diurnes des étoiles, ou celui de leur retour à un même point fixe, par l'inſtant où celles qu'on aura remarquées dans le champ de la lunette en ſortiront & diſparoîtront ſur le bord de ſon champ. Enfin, ſi l'on a quelque pointe de clocher, quelque tour ou bâtiment fort élevé & en même temps aſſez éloigné, comme

de 12 à 1500 pas, on pourra obſerver les retours des inſtants auxquels quelque étoile ſe cachera derriere ces objets, en regardant par un même petit trou ou pinnulle fixée à un gros mur, ou, pour le mieux, en obſervant ces inſtants avec une lorgnette ou courte lunette, toujours placée exactement au même endroit.

391. Pour juger de la marche de mes Horloges aſtronomiques, j'ai placé dans le plan du méridien un inſtrument des paſſages dont la lunette a quatre pieds de foyer : je réſerve pour un autre temps à rendre compte des obſervations que j'ai faites avec cet inſtrument, & de la juſteſſe à laquelle je ſuis parvenu avec mes Horloges : les continuels changements que j'ai faits juſqu'ici dans leurs conſtructions, les expériences, &c, que nous rapporterons dans la ſeconde Partie, & mes autres occupations ne m'ont pas laiſſé le temps de ſuivre ces obſervations.

392. Pour faciliter les obſervations, j'ai ajouté à mes Horloges aſtronomiques, (*voyez ſeconde Partie*), une ſonnerie particuliere qui ſert à frapper toutes les ſecondes pendant qu'on obſerve le paſſage du ſoleil, ou d'un aſtre quelconque, par le meridien ou par les fils placés au foyer d'une lunette, ou en général pendant qu'on obſerve un phénomene quelconque.

393. Pour faire uſage de cette ſonnerie, il faut premiérement remonter le petit poids qui la fait aller pendant quelques minutes. Pour cet effet on fera deſcendre un anneau qui eſt ſuſpendu au cordon de ce poids, juſqu'à ce qu'on ſente une réſiſtance qui arrête la main; & lorſque l'on ſera prêt à faire l'obſervation, on tirera un cordon placé exprès de l'autre côté de l'Horloge, ce qui fera marcher la ſonnerie; enſuite remarquant la ſeconde indiquée par l'aiguille, on comptera les ſuivantes à meſure que la ſonnerie les frappera; & ayant l'œil dans la lunette & l'oreille à la pendule, il ſera aiſé de remarquer la ſeconde préciſe de ſon obſervation. Auſſitôt on ira voir à la Pendule l'heure & la minute. Je ſuppoſe, par exemple, que l'on a une bonne méridienne, (ou

ce qui vaut mieux, un inſtrument des paſſages), & qu'on veut ſavoir l'heure de l'Horloge à l'inſtant du paſſage du ſoleil par cette ligne; on commencera par remonter le poids de la ſonnerie; & dès que l'on verra que l'ombre du *ſtyle* approche de la méridienne, on tirera le ſecond cordon pour faire ſonner les ſecondes. Suppoſons que dans ce moment l'Horloge marque 11 heures 58 minutes 32 ſecondes, alors on comptera 33, 34, 35, &c, à meſure que les ſecondes ſonneront; quand on ſera venu à 59, on dira 0, 1, 2, 3, &c. en continuant de compter juſqu'à l'inſtant du paſſage.

394. On peut employer une autre méthode pour marquer les heures, minutes & ſecondes, en obſervant le temps du paſſage d'un aſtre; c'eſt d'attendre, ſans compter, l'inſtant où ce phénomene arrive; à cet inſtant compter zero, puis 1, 2, 3, 4, &c, ſelon les coups de la ſonnerie, en allant voir à l'Horloge le temps qu'elle indique. Si elle marque, par exemple, 5 heures 23 minutes 17 ſecondes, au moment qu'on compte 30 ſecondes depuis l'arrivée du phénomene, on retranchera 30 ſecondes de 5 heures 23 minutes 17 ſecondes, & on aura 5 heures 22 minutes 47 ſecondes pour l'inſtant de l'obſervation.

CHAPITRE XXI.

Deſcription de l'Echappement à repos en Pendule.

395. NOUS traiterons dans la ſeconde Partie de cet Ouvrage, de la cauſe de la régularité des machines qui meſurent le temps; des effets & des propriétés des régulateurs; des échappements, &c. Nous nous diſpenſerons donc d'entrer ici dans les détails ſur la nature & les propriétés des échappements dont on ſe ſert: nous nous bornerons pour le préſent à les décrire.

De l'Echappement à Repos pour les Pendules.

PLANCHE XV. *Fig.* 10.

A eſt la roue d'échappement; *B*, l'ancre d'échappement, dont le centre de mouvement eſt en *a* : ſes palettes 4 *D*, 2 *C* ſont formées par des arcs de cercle 4,6; 3 *D*; 2,5; 1 *C*, qui ont leur centre commun en *a*; & par les plans inclinés 4,3; 2,1.

EFFET.

396. Le Pendule mis en mouvement entraîne l'ancre au moyen de la fourchette. Pour lors la dent 3 de la roue *A*, qui tend à tourner par l'action du moteur, agit ſur le plan incliné 3, 4; ce qui communique à l'ancre, & par conſéquent au Pendule, un mouvement qui ſert à réparer ce que le frottement & la réſiſtance de l'air en détruiſent dans le régulateur. A meſure que ce plan incliné 3,4 s'écarte de la roue *A*, l'autre plan incliné 2, 1 entre dans l'intervalle des dents 1, 7, tellement qu'à l'inſtant que la dent 3 s'échappe de l'angle du plan incliné 4, 3, l'extrémité 2 de l'arc 2, 5 va ſe préſenter ſous la dent 7; en ſorte que pendant tout le temps que cet arc ſe trouve dans l'intervalle des dents 1, 7, en gliſſant ſous la dent 7, la roue *A* reſte immobile, parce que l'arc 2, 5 ſur lequel la pointe de la dent vient appuyer, eſt une portion de cercle dont le centre eſt en *a*; mais auſſi-tôt que, par le retour du Pendule, l'arc 2, 5 ſort de deſſous la dent 7, cette dent, animée par la force du moteur, agit ſur le plan incliné 2, 1, & l'écarte juſqu'à ce qu'elle s'en échappe, & que l'arc 3 *D* aille gliſſer ſous la dent oppoſée; ce qui produira le même effet que nous avons expliqué. C'eſt de cette propriété de rendre immobile la roue, après qu'elle a donné ſon impulſion, qu'on a appellé cet échappement, l'*Echappement à Repos.* La conſtruction de cet échappement eſt facile, comme nous allons le faire voir.

397. La diſtance du centre *a* de l'ancre d'échappement

au centre *A* de la roue, dépend de l'arc que l'on veut que le Pendule parcoure. S'il en doit décrire de grands, comme de 10 degrés, il faut alors que le centre *a* ſoit placé quelque part en *B* près de la roue, (*fig.* 8).

398. Si au contraire, il doit décrire des arcs d'un degré, par exemple, il faut placer le centre en *a* (*fig.* 10) à la diſtance d'un diametre $\frac{1}{2}$ de la roue *A*; ayant attention que dans l'un ou l'autre cas l'ouverture de compas, qui ſert à tracer les repos, ſoit telle, qu'en tirant de ce point 5 (*fig.* 8) une ligne qui paſſe par le centre *B* de l'ancre, & abaiſſant de l'extrémité 5 une ligne *z* *A* qui paſſe par le centre de la roue, il faut que cette ligne *z* *A* ſoit perpendiculaire à 5 *B*: (331). Ainſi, ſi l'on place le centre du rochet en *g*, les palettes ou plans de l'ancre devront agir ſur la roue aux points *e*, *f*; cela entendu, on tracera des portions de cercles 1 *C*, 3 *D*, (*fig.* 10), de la même ouverture de compas *a*, *C*; & de même pour 2, 5; 6, 4, ayant attention que l'intervalle ou épaiſſeur *C*, 5; 6 *D*, entre ces portions, ſoit un peu moindre que la moitié de l'intervalle des dents de la roue.

Maintenant, pour déterminer l'inclinaiſon des plans, on tirera du centre *a* les droites *af*, *ag* qui faſſent un angle *fag* moitié de celui qu'on veut que le Pendule parcoure; par les points 2, 1, où ces droites couperont les arcs 2, 5, 1 *C*, on tirera la droite 2, 1 qui déterminera le plan incliné 2, 1: on fera une pareille opération pour l'autre côté. Il y a bien d'autres moyens de pratique qui ſont faciles à mettre en uſage, mais difficiles à faire entendre.

Remarque ſur les Echappements.

399. On diſtingue deux choſes dans l'étendue de l'arc décrit par le Pendule ou par le balancier: la premiere eſt ce qu'on appelle l'*arc de levée de l'Echappement*. C'eſt la quantité abſolue que les dents de la roue d'un échappement quelconque peuvent faire décrire à l'ancre, pour ne faire qu'échapper des extrémités 1 & 4 des palettes, (*Pl. XV*, *fig.* 10);

ainſi l'arc $f\,g$, ajouté à celui hb, eſt l'arc total de levée de l'échappement repréſenté dans la *fig.* 10 : Cet arc s'appelle auſſi l'*Arc conſtant*, parce qu'il eſt toujours le même. La grandeur de cet arc dépend donc de la diſpoſition de l'échappement, c'eſt-à-dire, du plus ou moins d'inclinaiſon des plans 1, 2; 3, 4, & de la diſtance des centres *a* & *A* de l'ancre & de la roue (397).

400. La ſeconde eſt ce qu'on appelle l'*Arc de vibration*; c'eſt l'arc total décrit par le Pendule ou par le Balancier, animé par la force motrice ; d'où on voit que l'étendue des arcs de vibration eſt variable & dépend du plus ou moins de force du moteur ; car plus l'impulſion des dents de la roue ſur les plans 1, 2; 3, 4 ſera grande, & plus ils s'écarteront & pénétreront alternativement dans les dents de la roue, & décriront de plus grands arcs au-deſſus de ceux de levée ; & juſques-là que la force motrice étant trop grande, les palettes 1 *C*, 4 *D* iroient arcbouter contre le fond des dents de la roue *A*, ce qui borneroit l'étendue des vibrations ; mais dans ce cas elles ne ſeroient plus iſochrones, elles deviendroient fort accélérées par ce choc. C'eſt pour faciliter l'étendue des grands arcs néceſſaires dans les Montres, que M. Graham imagina l'échappement à cylindre que nous allons décrire dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE XXII.

Deſcription de l'Echappement à Cylindre.

401. L'ÉCHAPPEMENT à repos pour les Pendules une fois entendu, on concevra aiſément l'*Echappement à cylindre*, lequel ne differe du premier que par ſa forme ; ſon principe, je veux dire, le repos de la roue après l'impulſion, étant le même.

PLANCHE XV. *Fig.* 1.

402. Les plans inclinés dans l'échappement des Montres, ſont portés par la roue d'échappement *A*; on l'a conſtruit de cette maniere pour faciliter l'étendue des vibrations du balancier, qui, par ce moyen, peut parcourir près de 360 degrés, c'eſt-à-dire, un tour entier. Pour cet effet, le diametre de la partie creuſée du cylindre *B* eſt égal à la longueur *e d* d'une dent *A* (*fig.* 7), de ſorte que le cylindre peut tourner tout autour de cette dent.

403. Le plan incliné de la dent agit alternativement ſur les épaiſſeurs ou *tranches* du cylindre, & le fait tourner de côté ou d'autre, ſelon qu'il agit ſur l'une ou ſur l'autre tranche, &c.

404. La tranche ou bord *c* (*fig.* 1) du cylindre eſt arrondie, ce qui adoucit le frottement qui ſe fait par les traînées du plan de la roue.

405. L'autre tranche *d* eſt inclinée, comme on le voit, en *c*, *d* (*fig.* 7); *c*, *d*, *e*, *f*, repréſentant la coupe du cylindre : c'eſt cette tranche *d* (*fig.* 1), que la dent écarte lorſqu'elle s'éloigne du cylindre. L'entaille *e* du cylindre (*fig.* 3) eſt faite pour faciliter l'étendue des arcs de l'échappement; ſans cette précaution elle toucheroit à la partie *e* de la dent (*fig.* 1).

406. La ſeconde figure repréſente la roue d'échappement vue de profil. Le cylindre *B* (*fig.* 1) porte en *C* un index qui marque, ſur une plaque *D* diviſée en degré, les arcs que l'échappement fait parcourir : ces deux pieces ne ſont pas partie de l'échappement, elles ſervent (pendant qu'on le conſtruit) à meſurer l'étendue des arcs de levées, & à eſtimer le point où on doit borner (par une cheville miſe au balancier) les arcs de vibrations, pour éviter le renverſement. Cet index porté par le cylindre, & le cercle gradué, ſervent encore à former les courbures des plans inclinés des dents, pour que la roue mene le cylindre par un mouvement uniforme.

407. La quatrieme figure repréſente le cylindre tel qu'on le fait avant de le monter. La figure 5 repréſente le *bouchon* du cylindre ; c'eſt une piece de cuivre, tournée de maniere que la partie *f* entre juſte & à force en *f* (*fig.* 4) dans l'intérieur du cylindre : ce bouchon porte à ſon centre une tige d'acier *h*, qui ſert à former le pivot ; *n* eſt l'endroit où ſe rive le balancier. La figure 6 repréſente le *bouchon* inférieur du cylindre, il doit entrer dans l'intérieure du cylindre de la même maniere que celui qui porte le balancier : il porte auſſi un axe d'acier trempé pour y former le pivot.

408. La troiſieme figure repréſente le cylindre tout monté à l'exception du balancier.

409. On doit fendre la roue ſur un nombre double de celui des dents que l'on veut employer : ainſi lorſque la roue devra avoir 15 dents, il faudra la fendre avec une *fraiſe* mince ſur le nombre 30 : on emportera 15 dents, qui laiſſeront des intervalles entre chacune des 15 reſtantes, dans leſquels le diametre extérieur du cylindre ſe logera, comme on le voit en *A* (*fig.* 7).

410. Le diametre intérieur du cylindre doit être, comme nous l'avons dit, de la longueur d'une dent finie.

411. Le diametre extérieur du cylindre a pour meſure l'intervalle des dents ; or cet intervalle comprend l'eſpace d'une dent retranchée, plus deux fois l'épaiſſeur de la fraiſe dont on s'eſt ſervi pour fendre la roue ; c'eſt-à-dire, que l'épaiſſeur de la fraiſe détermine celle du cylindre. La quantité de levée de cet échappement dépend de la hauteur du plan incliné des dents ; & cette hauteur détermine la quantité dont il faut entailler le cylindre.

412. La poſition du cylindre, par rapport à la roue, doit être telle que lorſque la dent eſt dans l'intérieur du cylindre, comme elle l'eſt en *A* (*fig.* 7) elle doit former le diametre du cylindre, c'eſt-à-dire, que le centre *A* du cylindre doit diviſer en deux également le côté *d e* du plan incliné. De cette maniere, 1°, la levée de l'échappement ſe fera en agiſſant à peu près uniformément ; car (*fig.* 7) le point de contact du plan

incliné des dents ſur le cylindre le plus favorable au mouvement, eſt celui *a* dont la direction paſſe par le centre *A* du cylindre. Or, par la conſtruction, le point de contact *f* du commencement de la levée agit autant (ou à peu près) en dedans de la ligne *a A*, que celui *e* de la fin de la levée agit en dehors : ainſi la force ſe décompoſe ſenſiblement de même avant & après la ligne *a A*, que j'appelle *ligne des Centres*, d'où ſuit l'uniformité ; 2°, il n'y aura pas de force perdue par les chûtes.

REMARQUE.

413. Il eſt néceſſaire, comme nous l'avons dit, que la force motrice ſoit capable de mettre à chaque inſtant le balancier en mouvement (153) : or dans une Montre à cylindre, pendant que la roue agit ſur le repos, elle ne peut pas donner de mouvement ; il faut donc que le ſpiral ramene à chaque vibration le balancier, de maniere que le cylindre étant arrêté & tenu au repos par le ſpiral, il préſente une tranche ſur laquelle le bout du plan incliné de la dent *f a* (*fig.* 7) puiſſe agir pour rendre le mouvement au balancier.

414. La poſition du cylindre & la hauteur du plan incliné déterminent combien le cylindre doit être entaillé : car, 1°, (*fig.* 7) ſi la hauteur *f e* du plan incliné eſt de la douzieme partie de la circonférence du cylindre, c'eſt-à-dire, qu'elle réponde à une étendue de 30 degrés du cylindre, le plan incliné *d e* aura fait parcourir 30 degrés au cylindre, lorſque la roue aura avancé de *f* en *d* : & 2°, ſi l'on ſuppoſe que le cylindre *A* eſt entaillé par ſon centre, on voit qu'immédiatement après que le plan incliné *f a* aura agi ſur la tranche *f*, le ſpiral ramenera le cylindre en ſens contraire au même point *f* dont il étoit parti : ainſi le plan incliné *d e* paſſeroit de *e* en *g* ſans avoir agi ſur le cylindre ; ainſi chaque dent n'agiroit que ſur une tranche : d'où l'on voit qu'on parera cet obſtacle en ajoutant à la demi-circonférence *d e* du cylindre la quantité *e f*, ou ſon égale *c h*, égale à la hauteur des plans inclinés ; chaque dent agira ſucceſſivement ſur les tranches du cylindre

avec une levée de 30 degrés, hauteur ſuppoſée du plan incliné ; & le ſpiral étant en repos préſentera une des tranches du cylindre pour la mettre en priſe avec les dents de la roue : ainſi dans la poſition que nous avons déterminée au cylindre (412) il faudra qu'il ſoit entaillé de la moitié de ſa circonférence moins la hauteur du plan incliné *ef* des dents de la roue.

La figure 7 repréſente les différents inſtants d'action de la roue ſur le cylindre.

CHAPITRE XXIII.

Des Echappements à Recul.

415. ON a vu que dans l'échappement à repos (396), l'ancre porte des portions de cercles qui laiſſent achever les vibrations du régulateur, tandis que la roue d'échappement reſte immobile ; ceux à recul different de ceux-là, en ce que la roue d'échappement eſt dans un mouvement continu, & que lorſqu'elle a rendu au régulateur l'impulſion qui en entretient le mouvement, celui-ci continuant encore à ſe mouvoir après l'arc de levée, la dent de la roue eſt en action ſur un plan incliné qui fait rétrograder la roue. Le Pendule (ou le balancier, ſi c'eſt une Montre) ramenant enſuite la palette, la roue reſtitue de nouveau au régulateur la force perdue ; la dent échappe, & l'autre palette eſt engagée dans les dents de la roue ; le Pendule continue à ſe mouvoir du même côté ; la palette fait rétrograder la roue, comme l'autre a fait, & ainſi de ſuite : voilà en général la nature de ces échappements ; je ne m'arrêterai pas à décrire toutes les ſortes d'échappements à recul ; je ne parlerai que de celui à *Roue de rencontre*, de celui à *Ancre*, & de celui à *double Levier*.

De l'Echappement à Roue de rencontre.

416. Il paroît que l'échappement à roue de rencontre eſt le premier que l'on ait imaginé pour modérer & régler la vîteſſe d'un rouage mis en mouvement par l'action d'un moteur quelconque, au moins n'en connoît-on pas de plus ancien ; & il y a grande apparence que ce ſera auſſi celui qui ſera toujours le plus ſuivi (pour les Montres). Cet échappement eſt applicable aux Pendules & aux Montres ; avec cette différence que lorſqu'on l'employe aux Pendules, comme il ne doit pas faire décrire de grands arcs, on tient les palettes beaucoup plus longues, & elles forment entr'elles un petit angle, au lieu que dans les Montres, pour faciliter l'étendue néceſſaire des vibrations, on tient les palettes très-étroites, & on fait leur ouverture de plus de *90* degrés.

417. La roue *R* & les palettes *P* (*Planche VI. fig.* 4) ſont les pieces de l'échappement à roue de rencontre ; cette roue eſt creuſée de maniere que les dents ſont faites ſur une partie de cylindre parallele à la tige du pignon *e* (*fig. 5*), ce qui forme une eſpece de couronne. Le corps des palettes, ou de la verge 1,2 paſſe deſſus la pointe du pivot de la roue, & cette verge ou tige eſt perpendiculaire à la tige ou axe du pignon ; enfin ces palettes *p*, *t* ont toutes deux la même largeur : ſi donc on fait tourner la roue en ſorte que les dents diamétralement oppoſées agiſſent alternativement ſur les palettes, il eſt évident que cela fera mouvoir le balancier *B* de côté & d'autre, & lui fera faire des vibrations, & chaque palette fera parcourir au balancier des arcs de levée qui ſeront égaux : voilà l'effet de cet échappement. Il eſt à propos de parler de ſa conſtruction, & de quelques précautions qu'il exige.

418. Dans l'échappement dont il eſt ici queſtion, appliqué aux Montres, on a cherché quel étoit l'angle d'ouverture des palettes, qui étoit le plus propre à faire décrire des grands arcs : on a trouvé qu'il devoit être de *90* ou *95* degrés, (& même de 100 degrés, lorſqu'on veut faciliter l'étendue

due des vibrations du balancier). Ceux qui ont examiné la nature de cet échappement ont remarqué que plus les dents de la roue approcheroient du centre des palettes, & plus auſſi elles feroient décrire de grands arcs au balancier; en conſéquence on diminue le corps de la verge ou palette le plus qu'il eſt poſſible, pour cependant lui conſerver une certaine ſolidité, & on fait approcher les dents de la roue fort près des corps des palettes: or ces deux choſes données, ſavoir l'ouverture des palettes & la poſition de la roue, déterminent la longueur des palettes, qu'on étrécit juſqu'à ce que les dents puiſſent échapper après avoir produit la levée; ainſi la largeur des palettes dépend alors de la diſtance des dents de la roue.

419. Pour éviter la chûte qu'il y auroit du paſſage d'une dent qui quitte l'extrémité d'une palette, tandis qu'une dent oppoſée tombe ſur l'autre palette, pour, dis-je, éviter que la roue ne parcoure un eſpace ſans agir ſur les palettes, on n'entaille pas tout-à-fait ces palettes juſqu'au centre de la verge.

420. Le devant des dents de la roue de rencontre doit être incliné de maniere à former un angle d'environ 15 à 20 degrés avec l'axe du pignon, comme on le voit (*fig.* 5); ce qui facilite le mouvement de la palette, afin que ce ſoit toujours la pointe de la dent qui porte ſur la palette, & que l'extrémité des palettes ne puiſſe toucher ſur le devant de ces dents, & faire par ce moyen beaucoup rétrograder la roue.

421. Dans l'échappement à roue de rencontre, on ne peut pas mettre indifféremment le nombre de dents qu'on veut, comme dans toutes les autres roues d'échappement; ce nombre doit toujours être impair, comme 13, 15, 17, &c. ſans quoi on ſeroit obligé de faire paſſer la verge à côté du pivot de la roue de rencontre, & dans ce cas la roue n'agiroit pas avec autant d'avantage ſur les palettes, que lorſqu'elles paſſent par le centre.

422. Cet échappement, comme on le fait pour l'ordinaire, eſt le plus ſimple & le plus facile; mais lorſqu'on veut y donner les ſoins qu'il exige, il devient très-difficile, & peu

d'ouvriers ſont en état de le faire. Il faut une préciſion extrême pour l'ouverture des palettes, pour la groſſeur du corps, pour la quantité dont il faut entailler les palettes, pour la juſteſſe de la roue, pour la préciſion des chûtes, & pour réduire à rien le mouvement rétrograde que cet échappement donne à la roue ; mouvement qui tend à détruire les trous des pivots, & par conſéquent à changer les arcs de levée. D'ailleurs ſi le recul ne ſe fait pas lorſque la dent de la roue agit près du centre, la vibration du balancier ne s'achevera pas librement, & l'action continue de la roue interrompra la juſteſſe des vibrations, laquelle dépendra davantage de l'égalité de la force motrice. Il ne s'enſuit pas de ce que je viens de dire de cet échappement, qu'il ne ſoit très-bon ; mais il eſt à propos de faire ſentir les difficultés qu'il entraîne, s'il n'eſt pas bien fait & bien entendu.

CHAPITRE XXIV.

De l'Echappement à double Levier & à Ancre.

423. LES figures 5 & 6 de la Planche III repréſentent l'échappement qu'on appelle *à double levier*, il eſt formé par deux palettes ou leviers *b*, *c* d'égale longueur, & poſées à égales diſtances du centre de la roue *R*. Ces deux leviers ſe meuvent alternativement au moyen d'un rouleau *r* qui eſt dans une petite cage *d e* (*fig.* 6), & d'une fourchette *f*; ce rouleau & la fourchette tenant lieu d'un engrenage, qu'on a évité à cauſe du frottement qui en réſulteroit.

424. La diſtance des palettes de *b* en *c* eſt réglée par la diſtance des dents de la roue.

425 Une de ces pieces ou leviers étant, par exemple, poſée ſur le rayon prolongé *n*, qui paſſe par la pointe d'une dent, l'autre palette doit être poſée ſur le rayon *m* qui paſſe

entre deux dents, dont il diviſe l'intervalle ; le nombre de dents qu'il y a entre ces deux rayons eſt arbitraire, pourvu qu'il y ait toujours un nombre de dents & une demie : (on met indifféremment 3 dents $\frac{1}{2}$, ou 4 $\frac{1}{2}$, ou 5 $\frac{1}{2}$).

Les pivots des palettes doivent être poſés dans un arc de cercle *AB* concentrique à la roue *R*. (On employe rarement cet échappement, & il n'eſt d'uſage qu'en Pendules.) Il eſt à recul comme l'échappement à roue de rencontre ; il a à peu près les mêmes propriétés, & quelque défaut de plus.

426. La grandeur des arcs, que cet échappement fait parcourir au Pendule, dépend de la longueur des palettes, & de la maniere dont elles ſont inclinées ſur la roue, lorſque celle-ci les fait mouvoir : on voit que plus les palettes ſeront longues & placées loin du centre de la roue, & moins les arcs de levée ſeront grands. Il eſt encore fort aiſé de voir, que plus ces leviers ou palettes agiront près de la ligne qui joint les deux centres, en commençant avant & finiſſant après, & plus auſſi les arcs de levée ſeront grands ; car dans ce cas tout le mouvement imprimé par la roue, tendra à faire tourner les palettes différentes en cela du cas où elle agit ſur un levier incliné, dont la force ſe décompoſe.

De l'Echappement à Ancre.

427. La Planche V, fig. 1 fait voir l'échappement qu'on appelle *à ancre*, appliqué à un mouvement de répétition en Pendule. La roue d'échappement *F* ou rochet a des dents, dont la forme eſt pareille à celles des roues d'échappement à repos en Pendules, & de celui à double levier, avec cette différence, que dans ceux-ci c'eſt le devant de la dent qui agit, & que dans l'autre c'eſt la partie courbe de la dent. Lorſque la dent du rochet *F* agit ſur la partie ou levier droit de l'ancre *A*, elle fait parcourir un eſpace à ce levier, qui devient d'autant plus grand que ce levier eſt court, & que la ligne s'éloigne du centre de l'ancre ; de même la dent du rochet qui agit ſur la partie courbe de l'ancre, fera parcourir

un eſpace d'autant plus grand que cette courbe ou plan incliné ſera dirigé au centre de la roue, & que cette courbe ſera près du centre du rochet; or cette levée de l'une & l'autre partie, dépend de la grandeur de l'arc qu'on veut que le Pendule décrive: ſuppoſant qu'il doit être de 10 degrés ou de 8 arcs de levée, il faut que chacune des parties de l'ancre en faſſe décrire la moitié, ſans quoi cet ancre ſeroit mal fait, tout échappement devant agir, de chaque côté, avec une égale puiſſance ſur le régulateur, & lui faire parcourir des arcs égaux à chaque vibration; l'échappement à ancre eſt ſurtout aſſez difficile à conſtruire pour qu'il ait ces conditions; car la force qui agit ſur la courbe ſe décompoſe en deux: une partie tend à preſſer contre le centre de l'ancre, ce qui ne donne pas de mouvement, & l'autre tend à mouvoir. Voici donc à peu près comme il faut les conſtruire, pour remédier à ces obſtacles & le faire agir avec égalité de force: il faut d'abord placer le centre de l'ancre le plus près poſſible des dents du rochet, en ſorte qu'il ne reſte ſimplement que la force qu'il faut pour le trou quarré, dont l'ancre eſt percé & dans lequel la tige entre à frottement; il faut que la coupe du levier droit de l'ancre ſoit dirigée à ſon centre, ou un peu en dehors, donner une dent & demie du rochet pour la longueur de ce levier priſe du centre de l'ancre; & pour l'autre côté, on entaillera deux dents, depuis le centre de l'ancre juſqu'au point où commence la courbe, qui ſera faite à peu près comme on le voit dans la figure; enſuite par le moyen d'une vis qui porte un trou excentrique, pour éloigner ou approcher l'ancre de la roue, on verra ſi chaque côté fait décrire des arcs ſemblables à la fourchette *f*, & on inclinera ainſi cette courbe juſqu'à ce qu'elle faſſe décrire le même arc: voilà pour l'égalité de levée. Quant à la quantité, j'ai dit qu'elle dépendoit de la longueur des bras & de l'inclinaiſon des plans & de la courbe. Au reſte nous renvoyons à notre ſeconde Partie, pour ce qui concerne les propriétés des échappements, & on y trouvera des regles particulieres pour conſtruire celui à ancre, de maniere à corriger les inégalités du moteur.

CHAPITRE XXV.

Deſcription de la Machine à fendre les dents des Roues de Montres & de Pendules.

428. LA machine à fendre eſt un inſtrument à l'aide duquel on diviſe & fend les dents des roues de Montres & de Pendules, &c, en des nombres de dents dont il eſt beſoin pour les machines auxquelles on employe ces roues.

429. Cette machine eſt d'une ſi grande utilité, ſa juſteſſe eſt ſi eſſentielle pour les machines qui meſurent le temps, & elle eſt ſi ingénieuſement imaginée, que je n'ai pu me diſpenſer d'en donner le plan & d'en faire une légere deſcription : l'une & l'autre pouvant ſervir à ſatisfaire les Amateurs de Méchanique & à inſtruire les Ouvriers en leur préſentant la meilleur conſtruction de machine à fendre qui ait été faite juſqu'à préſent.

430. Il ne faut d'abord conſidérer dans cette machine, pour mieux en ſaiſir l'uſage & la diſpoſition, que la *Plate-forme* ou *Diviſeur P* (*Planche XVI*, *fig.* 1), la lime qui doit fendre les dents, & l'*alidade* qui regle & fixe le chemin du diviſeur.

431. La plate-forme ou diviſeur eſt une grande plaque ronde, ſur laquelle ſont tracés pluſieurs traits concentriques qui ſont diviſés en des nombres différents, les plus en uſage dans les Montres ou Pendules; chaque diviſion eſt marquée par un point profond, capable, en y faiſant entrer une pointe *p* de l'*alidade S, o*, (c'eſt ainſi qu'on nomme cette piece) de fixer la plate-forme, & de l'empêcher de tourner : or ſi on fixe concentriquement à la plate-forme une roue *R*, & qu'on poſe la pointe *p* de l'alidade alternativement ſur tous les points de

diviſion d'un cercle, & qu'à chaque point on faſſe une fente à la roue, on aura une roue qui aura autant de dents que le cercle de diviſion a de points; ſoit, par exemple, la roue *R* qu'on veut fendre en 60 parties ou dents, après l'avoir fixée ſur l'axe de la plate-forme au moyen d'un *taſſeau e u,* à peu près ſemblable à celui *f m* (*fig.* 2) on fera entrer la pointe *p* de l'alidade dans un des trous de diviſion du cercle de 60 parties, & on fera une fente à la roue en faiſant tourner la lime circulaire *d* par le moyen de la manivelle *m*; on levera enſuite la pointe *p* qui rendoit la plate-forme immobile; on tournera celle-ci juſqu'au point ſuivant de la diviſion, & on y laiſſera poſer la pointe *p*; on fera une ſeconde fente à la roue, & ainſi de ſuite juſqu'à ce que le diviſeur ait achevé la révolution; on aura donc une roue fendue en autant de dents, comme le cercle ſur lequel on a poſé l'alidade a de points de diviſion. Voyons maintenant la diſpoſition de chaque partie de cette machine.

432. La plate-forme *P P* (*fig.* 1) eſt fixée ſur l'axe ou arbre *O F* qui tourne librement dans le chaſſis *A B C D E*: cet axe eſt percé dans ſa longueur de maniere à y laiſſer entrer juſte un des taſſeaux (*fig.* 2 & 3) qu'on fixe dans l'axe *O F* de la plate-forme par le moyen d'une clavette *c* (*fig.* 1) laquelle traverſe l'arbre *O*, & entre dans les ouvertures *f* de taſſeaux (*fig.* 2 & 3); on preſſe cette clavette avec l'écrou *x* qui entre à vis ſur le corps de l'arbre *O*, de maniere que cette clavette fait porter le cône *n* des taſſeaux (*fig.* 2 & 3) ſur un petit cône ſemblable qui termine le bout ſupérieur *F* de l'arbre *O F*; par ce moyen les taſſeaux ſont fixés ſolidement, & ſe trouvent parfaitement concentriques avec l'axe *O* & la plate-forme *P*.

433. Ces taſſeaux ſervent à fixer les roues avec la plate-forme; on fixe différemment les roues avec ces taſſeaux, ſelon que ces roues ſont grandes: par exemple, le taſſeau actuellement ſur la plate-forme ou machine à fendre (*fig.* 1), porte un bout prolongé fait à vis, ſur lequel entre l'écrou *e* & la virole *u*; ce taſſeau porte une baſe un peu moins large que la

roue *R* ; celle-ci eſt preſſée contre le taſſeau par l'écrou *e*, en ſorte que la roue *R* eſt fixée avec le taſſeau ; c'eſt de cette eſpece de taſſeau dont on ſe ſert pour les roues de Pendules.

434. Pour les roues des Montres on en employe un autre, c'eſt celui de la *figure* 2 : on le fixe d'abord ſur l'axe *O*. Sur ſon pivot *m* on fait entrer juſte la roue qu'on veut fendre & qui doit poſer ſur l'aſſiette *a* ; on applique enſuite la baſe du petit cône *c* (*fig.* 4) ſur la roue, & on fait avancer le levier *L l* (*fig.* 1) juſqu'à ce que ſa pointe *l* poſe ſur le trou *c* qui termine le ſommet du cône, faiſant enfin deſcendre la vis *G* (*fig.* 1), en ſorte qu'elle appuie fortement ſur le levier *L l*, qui preſſe par ce moyen la roue contre le taſſeau, & les fixe enſemble.

435. Le taſſeau *P* (*fig.* 3) ſert pour fendre les roues qui ſont fixes ſur leurs axes, en ſorte que ce taſſeau eſt percé pour y laiſſer entrer les tiges des roues qu'on veut fendre. En général on ne fend de roues fixes ſur leurs axes que celles d'échappement, comme roues de rencontres & rochets d'échappement à ancre, &c ; on appelle cela *fendre des roues arbrées*. On fixe ces roues ſur le taſſeau (*fig.* 3) au moyen d'une plaque *p* & de 4 vis, leſquelles preſſent la roue ſur l'aſſiette *P* du taſſeau ; on ne fixe entiérement la roue ſur ce taſſeau que lorſqu'on s'eſt aſſuré qu'elle tourne parfaitement rond avec le taſſeau de la plate-forme ; pour cet effet on fait tourner la plate-forme & par conſéquent la roue, & on voit ſi elle eſt au centre en préſentant une pointe ſur la roue, & on la mene de côté ou d'autre juſqu'à ce qu'elle tourne rond ; pour lors on le fixe au moyen des vis. Nous expliquerons ci-après comment nous ſommes parvenus à centrer facilement & avec préciſion les roues d'échappement pour les fendre arbrées.

436. L'alidade *S* (*fig.* 1) eſt attachée ſur un bout prolongé de la piece *Z* fixée au coude *Q* porté par les chaſſis *E D*. Cette alidade tourne ſur elle-même, pouvant s'approcher ou s'éloigner du centre de la plate-forme *P*, pour poſer ſa pointe *p* ſur les différents cercles de diviſion ; l'alidade fait

reſſort de maniere à preſſer la pointe *p* ſur ces points de diviſions, & que la plate-forme ne puiſſe tourner ſans lever cette pointe qui preſſe fortement: la pointe *p o* entre à vis ſur l'alidade *S* afin de pouvoir donner à celle-ci plus ou moins de reſſort, ſelon qu'on fait monter ou deſcendre cette vis. La piece *M M* entre juſte (& à queue d'aronde), & ſe meut ſur la longueur du plan *E I* du chaſſis ; elle porte le *porte-fraiſe H* (on l'appelle auſſi l'*H*) : le porte-fraiſe (*fig. 6*) eſt la même piece vue en perſpective (*fig.* 1) ; les points des vis *a* & *b* entrent dans des trous coniques faits ſur la piece *N* (*fig.* 1).

437. Ce mouvement des pieces *M*, *M* ; *N*, *N* ſur la longueur du chaſſis ſert à approcher ou éloigner du centre la fraiſe *d*, ſelon qu'il en eſt beſoin pour les grandeurs différentes des roues qu'on veut fendre ; on fait ainſi mouvoir cette piece par le moyen de la manivelle *K*, qui entre quarrément ſur le bout prolongé de la vis *W*, & cette vis eſt arrêtée dans le pilier *D W*, de maniere qu'elle ne peut qu'y tourner étant priſe par un *collet* ; l'autre bout de la tige *W* entre à vis ſur un talon porté par la piece *M M* en deſſous de la barre ou plan *E I*.

Ayant ainſi fait avancer l'*H* ou porte-fraiſe de façon que la fraiſe ou lime circulaire *d* faſſe les dents de la roue de la longueur requiſe, on tourne la vis *h* portée par la piece *M M*; la preſſion de cette vis ſe fait contre le côté *T T* de la barre ou plan *E I*, ce qui fixe la piece *M M* & celles qu'elle porte.

438. L'arbre *A* (*fig. 6*) ſur lequel on fixe les limes ou fraiſes *d*, porte un pignon dans lequel engrene une roue *B*, fixée ſur un arbre, dont le bout prolongé *q* eſt limé quarrément : c'eſt ſur ce quarré que s'ajuſte la manivelle *m* (*fig.* 1). Les fraiſes ou limes *circulaires* (*fig.* 7 *&* 8) ſe fixent ſur l'axe *A* par un écrou *e* qui entre à vis ſur cet arbre ; on change de fraiſe, ſuivant qu'on en a beſoin, pour des dents plus ou moins fortes, & ſelon la nature des roues ; ainſi on ſe ſert de la fraiſe (*fig.* 7) lorſqu'on veut fendre une roue de rencontre ou un rochet d'échappement ; la fraiſe ou lime circulaire (*fig.* 8) eſt ſemblable à celle fixée ſur l'arbre *A* (*figure* 6). Ces

ſortes

ſortes de *fraiſes* ſervent pour fendre les roues ordinaires.

439. La figure 9 eſt une clef qui ſert à tourner les vis 1, 2, 3, 4 (*fig.* 6), pour changer de *fraiſe* ou pour donner plus ou moins de jeu à l'arbre *A* & à l'*H*; les bouts de ces vis ſe terminent par un quarré ſur lequel entre cette clef *C*.

440. La broche *f* (*fig.* 1) entre à vis ſur l'*H*; le bout de cette vis poſe ſur un talon que porte la piece *N* en deſſous de l'*H*; cette broche ſert à régler le chemin de l'*H*, empêchant la fraiſe d'approcher trop près du plan *IE*. Son uſage le plus eſſentiel eſt pour régler l'enfoncement des dents de roue de rencontre, & autres pareilles roues, dont l'enfoncement eſt perpendiculaire ou incliné au plan de la roue.

441. Pour fendre les roues de rencontre de maniere que le devant des dents ſoit incliné à l'axe de la roue, on incline l'*H* (*fig.* 1), en ſorte que la vis 1 s'éloigne de la plate-forme, & que celle 2 s'en approche, ou au contraire, ſelon le côté que la roue tourne & que l'inclinaiſon doit être.

442. Le mouvement d'inclinaiſon de l'*H* eſt produit par la piece *N*, dans laquelle entrent les points des vis 3, 4 (*fig.* 6). Cette piece porte une broche ronde qui entre dans un trou fait en travers l'épaiſſeur de la piece *Y*, attachée à la piece *MM*; le bout de cette broche eſt à vis & entre dans un écrou qui ne peut être vu, étant derriere la piece *NY*; la piece *N* porte un index qui marque ſur les diviſions de la piece *Y* l'inclinaiſon de l'*H*; laquelle étant déterminée, on tourne l'écrou dont j'ai parlé, & fixe la piece *N* avec celle *Y*.

443. Les pieces qui portent l'*H*, ont encore deux ſortes de mouvement; le premier eſt celui de la piece *Y*, laquelle peut monter & deſcendre dans une rainure faite à la piece *MÆ*, ce qui ſert particuliérement à élever le centre de mouvement 3, 4 de l'*H* à la hauteur du taſſeau, pour que les fonds des dents d'une roue épaiſſe ſoient perpendiculaires au plan de la roue : ce mouvement eſt produit par une vis qui ne peut être vue, mais dont l'effet eſt ſemblable à celui de la vis *W* & de la manivelle *K*, pour faire mouvoir la piece *MM*.

444. Le ſecond mouvement des pieces qui portent l'*H*,

lequel ne peut être vu dans la figure, ſert à faire mouvoir l'*H* & la fraiſe de droite à gauche ou de gauche à droite, pour pouvoir par ce moyen fendre des roues dont les dents ſont inclinées & ne tendent pas au centre de la roue ; voici comment cette machine eſt ajuſtée pour produire cet effet. La piece *Æ M* eſt une piece forte & pliée d'équerre ; la baſe eſt de la même grandeur que le coulant *M M* ; cette baſe ſe fixe ſur ce coulant *M M*, au moyen d'une forte vis ; le coulant *M* porte une *têtine* qui entre juſte dans une noyure ou creuſure faite au centre de la baſe *Æ* ; la têtine eſt une ſorte de pivot qui roule très-juſte dans la noyure ; ainſi cette piece peut ſeulement tourner de côté & d'autre ſéparément du coulant *M*, (lorſque la vis eſt deſſerrée) ; un index & des diviſions indiquent les angles qu'on lui donne, comme le fait l'index *i* ſur les diviſions de la piece *Y*; l'index arrêté ſur l'angle donné, on fixe les pieces *M* & *Æ* enſemble au moyen de la vis de preſſion ([a]).

445. La figure 5 Planche XVII, repréſente la machine que j'ai compoſée, pour ſervir à *centrer* facilement les roues d'échappement, pour les fendre arbrées.

446. Lorſqu'on a ôté les pieces *G*, *L*, *l* (*Pl. XVI*, *fig.* 1), qui ſont placées ſur le chaſſis *A* de la machine à fendre, on met ſur le même chaſſis la machine en queſtion, qu'on fixe ſur le chaſſis par une cheville (*fig.* 7); on place la roue d'échappement ſur le taſſeau de la maniere que nous l'avons expliqué (435), & on fait appuyer le bout *a* de cette machine ſur la circonférence de la roue ; alors en faiſant tourner la plate-forme, l'aiguille *m* va & revient alternativement, ſelon que la roue eſt plus ou moins éloignée d'être concentrique à l'axe de la plate-forme. Cette aiguille indique donc combien la roue eſt dehors du centre ; car ſi elle parcourt 40 diviſions, & qu'on pouſſe la roue & la faſſe gliſſer ſur le taſſeau de maniere que l'aiguille ſe meuve de 20 diviſions, on aura un point

---

[a] La diſpoſition de la machine à fendre, que nous venons de décrire, eſt de feu M. Taillemard, & elle a été perfectionnée par M. Hulot, ſon Eleve : celui-ci les exécute avec beaucoup de ſoins & d'intelligence ; ainſi je conſeille à ceux qui voudront faire l'acquiſition d'une bonne Machine à fendre de s'adreſſer à cet habile Machiniſte.

qui ſera un des rayons de la roue; & en continuant de tourner la plate-forme & de pouſſer la roue, celle-ci deviendra concentrique à la plate-forme à l'inſtant que l'aiguille reſtera immobile : c'eſt par le moyen de cette machine que je ſuis parvenu à centrer parfaitement les roues d'échappement (ſuppoſées rondes & droites), & en très-peu de temps, ſans tâtonner.

Deſcription de la Machine à centrer les Roues.

447. La figure 6 repréſente le plan de la machine à centrer les roues : *A B* eſt une plaque de cuivre qui porte en deſſous la piece qui ſe fixe au chaſſis de la machine à fendre : ſur cette plaque s'ajuſte une regle *a b c*, qui ſe meut en couliſſe ſous le pont *d*, & entre les chevilles 1, 2 ; le bout de cette regle porte la piece mobile *a* dont le bout ſert à appuyer ſur la circonférence de la roue ; il eſt rendu mobile en *m*, afin de le monter ou deſcendre, ſelon l'élévation des roues ou des taſſeaux.

448. La regle *b c* porte l'entaille 3, laquelle agit contre une eſpece de dent portée par l'axe de la piece *f g*, en ſorte que le mouvement qu'on imprime à la regle ſe communique à la piece *f g* ; celle-ci porte par ſon extrémité *g* un fil qui entoure la petite poulie *h*, fixée ſur l'axe qui porte l'aiguille *m* (*fig.* 5) : l'autre bout du fil eſt attaché au reſſort *i l* qui tend continuellement le fil ſur la poulie ; de ſorte qu'à meſure que la regle va & revient, la poulie & l'aiguille ſe meuvent auſſi, & tellement que celle-ci parcourt un fort grand eſpace, tandis que la regle n'a fait qu'un mouvement inſenſible. L'axe de la poulie porte deux pivots, dont l'un eſt mobile dans un trou fait à la piece *A B*, & l'autre ſe meut dans le trou concentrique du cadran (*fig.* 5) : celui-ci porte 4 piliers, de maniere qu'il forme une cage avec la plaque *A B* ; le pivot ſupérieur de la poulie eſt prolongé & ſert à porter l'aiguille ; le cadran eſt diviſé en 60 parties : l'axe du levier *f g* porte deux pivots qui ſe meuvent dans la cage formée par le cadran & la plaque *A B*.

CHAPITRE XXVI.

De la Fuſée & ſes propriétés.

449. J'AI fait obſerver ci-devant (148), en parlant des Montres, que le moteur ou reſſort n'agit pas avec une force conſtante; mais que ſa force augmente à meſure qu'on le tend & le remonte. Pour corriger cette inégalité, on ſe ſert de la fuſée *F* (*Pl. VII fig.* 4). La fuſée eſt, comme on voit, une eſpece de cône tronqué: la fuſée communique au barillet au moyen d'une chaîne dont un bout s'accroche au barillet & l'autre à la fuſée. Lorſqu'on remonte la Montre, la chaîne s'applique ſur la fuſée dans une rainure faite en ligne ſpirale ſur ſon contour, depuis la baſe juſqu'au ſommet.

450. La propriété de la fuſée eſt de rendre égale l'action du reſſort ſur le rouage, au moyen de la grandeur différente des rayons qui forment la rainure ſpirale; ils ſont tels que lorſque le reſſort eſt à ſon premier tour de *bande*, que par conſéquent ſa force eſt la moindre, la chaîne ſe développe de deſſus le plus grand rayon ou plus grande partie de la fuſée, & agit avec la même force ſur le rouage que dans le cas où le reſſort étant monté au haut, la chaîne ſe développe de deſſus le plus petit rayon de la fuſée, & de même à tous les autres degrés de tenſion du reſſort; car à meſure qu'on le remonte, ſa force augmente; mais en même temps auſſi les rayons de la fuſée diminuent, de ſorte que l'action du reſſort ſur le rouage eſt toujours la même (149).

451. Une autre propriété de la fuſée, & qui eſt une ſuite de l'égalité de force qu'elle tranſmet au rouage, c'eſt d'augmenter la durée de la marche d'une Montre, ce qui eſt aiſé à concevoir: le barillet *A* qui contient le reſſort & ſur lequel s'applique la chaîne, eſt cylindrique (je le ſuppoſe de la même

grandeur que le plus grand rayon de la fuſée). Dans ce cas, ſi toutes les parties du premier tour de bande du reſſort étoient égales, lorſque le barillet fait un tour, la fuſée en feroit auſſi un; mais comme cela n'eſt pas, & qu'à chaque degré de tenſion du reſſort ſa force augmente, &, comme je l'ai dit, les rayons de la fuſée devant diminuer dans la même proportion, il s'enſuit que, pour le développement de la chaîne ſur un tour du barillet, la fuſée fera plus d'un tour; & celle-ci en fera d'autant plus, pour un du barillet, que la force de ce reſſort augmentera juſqu'au point que le reſſort étant au haut, & dans ce cas ſa force étant ſuppoſée double de celle de ſon premier tour, le ſommet de la fuſée que la chaîne entoure devra être une fois plus petite que celle du premier tour; par conſéquent le dernier tour de bande du reſſort en fera faire deux à la fuſée. Toute la force du reſſort s'employe donc utilement à faire mouvoir le rouage en agiſſant uniformément: ainſi les inégalités de force du reſſort ne ſe communiquent point au rouage, dont les frottements ſont conſtants; il n'y a ſeulement que les pivots de la fuſée (ſur leſquels la force inégale du reſſort agit,) qui éprouvent différentes preſſions; mais ces différences ne peuvent cauſer aucune variation ſenſible à la Montre.

452. Pour que les diametres de la fuſée ſoient moins inégaux entr'eux, on n'employe dans les Montres qu'environ quatre tours du reſſort, quoiqu'il en puiſſe cependant faire davantage; on ne prend que les tours qui ont le plus d'égalité entr'eux, en ne remontant pas ce reſſort juſqu'au haut & en ne le laiſſant pas développer juſqu'en bas; ce chemin eſt limité par le garde-chaîne, pour l'empêcher de monter trop haut, & pour l'empêcher de trop deſcendre; c'eſt la chaîne qui le retient, ſa longueur étant donnée pour cela.

453. On voit par ce qui vient d'être dit que les formes des fuſées ne ſont pas toutes les mêmes, & qu'elles ſont relatives aux différentes forces du reſſort; ainſi on ne les détermine que dans l'execution; car ce qui ſe feroit par la théorie, quoique ſatisfaiſant, feroit en pure perte; on a acquis par

l'uſage la forme approchante qui convient aux fuſées, de ſorte qu'on les tourne d'abord ſelon une forme, qui approche aſſez de celle d'une cloche, & enſuite on les taille, comme je le dirai ci-après ; mais on verra qu'une fuſée ainſi taillée, ne forme que la rainure ſpirale, & ne détermine pas exactement l'enfoncement qui convient à chaque partie, pour que le reſſort agiſſe avec une force égale ſur le rouage ; ceci dépend de la nature du reſſort qui doit être employé.

454. Je décrirai d'abord la machine à tailler les fuſées & donnerai enſuite la maniere de tailler les fuſées, & je terminerai ce Chapitre par donner une idée de la maniere dont on égaliſe les fuſées lorſque la rainure ſpirale eſt formée, & comment on rend par-là, le plus égale qu'il eſt poſſible, l'action du reſſort ſur le rouage.

Deſcription de la Machine à tailler les Fuſées.

455. La Planche XVII, fig. 1 repréſente la machine à tailler les fuſées, la plus parfaite que je connoiſſe. Elle eſt de l'invention de M. le Lievre, Horloger, & elle a été perfectionnée en ſecond lieu par M. Gedeon Duval, qui l'a exécutée, & s'en ſert avec beaucoup de ſuccès ; il a bien voulu me la confier pour la faire deſſiner telle qu'on la voit. Pour concevoir aiſément cette machine, il faut conſidérer d'abord l'axe *Ad* qui porte la fuſée ; le pignon *t* & la manivelle *M* ; enſuite le burin *b* qui doit former les rainures, & enfin le plan incliné *I*, *I* qui doit faire mouvoir le burin *b* de la baſe 1 au ſommet 5 de la fuſée *F*, de la maniere ſuivante.

456. Lorſqu'on tourne la manivelle *M*, le pignon *t* que porte l'axe *A*, fait monter & deſcendre la regle ou crémaillere *RP* au moyen des dents qu'elle porte, leſquelles ſont perpendiculaires au plan de cette regle, & engrenent dans le pignon *t* ; cette regle *PR* & le plan incliné *I* qu'elle porte, montant & deſcendant ainſi de *x* en *z* & de *z* en *x*, le plan incliné fait mouvoir le burin *b*, de *b* en 1, & alternativement, ſuivant le côté dont on tourne la manivelle ; c'eſt au

moyen du talon *T* que cet effet ſe produit ; il appuye continuellement contre le plan incliné *I* ; ce talon eſt preſſé par un reſſort contenu dans le barillet *B*, parce que la chaîne *s* tient au talon & au barillet. Ce talon *T* eſt formé ſur la barre *T L*, qui ſe meut à couliſſe dans les ſupports *S S* qui ſont fendus pour y laiſſer paſſer & mouvoir cette barre *TL* ; celle-ci porte la *boîte C*, au travers de laquelle paſſe le burin *a b*. Si donc on fait tourner la manivelle *M* de maniere que le plan incliné monte ſous le talon *T*, & que le burin *b* vienne au ſommet 1 de la fuſée, & qu'alors on faſſe tourner la manivelle de l'autre côté, pour faire deſcendre la regle & le plan incliné, & qu'on appuye en *m* ſur le burin *a b*, la pointe *b* formera ſur la fuſée *F* une rainure ſpirale de la baſe au ſommet ; voilà en gros l'effet de cette machine : entrons actuellement dans un plus grand détail.

457. Les fuſées ſont de différentes hauteurs, ſuivant que les Montres ſont plus ou moins plates : on met quelquefois ſur une fuſée qui eſt baſſe, le même nombre de tours de rainures ou de chaînes, que ſur une qui eſt fort haute. Il faut donc que le burin *b*, pour un même nombre de tours de manivelle, parcoure un chemin différent, ſelon la hauteur des fuſées, & d'ailleurs on fait faire plus ou moins de tours aux fuſées de même hauteur. Il faut donc pouvoir faire varier le chemin du burin : or cela dépend du plus ou moins d'inclinaiſon du plan incliné *I*, *I*, par rapport aux côtés de la regle *P R* ; car ce plan étant ſuppoſé preſque parallele aux côtés de la crémaillere *PR*, ſi on fait tourner la manivelle en ſorte que la crémaillere parcoure dans ſa longueur tout le chemin poſſible, le talon *T* & le burin *b* ne feront qu'un mouvement inſenſible; & au contraire plus le plan *I*, *I* formera un grand angle avec la crémaillere & plus le chemin du burin ſera grand. On change l'inclinaiſon du plan *I* au moyen de la vis de *rappel V* ; ce plan *I*, *I* eſt mobile en *h*, il porte par ſon extrémité *l* une pointe qui indique les angles ſur les diviſions faites ſur le plan *g l* de la crémaillere : l'angle étant déterminé, on fixe le plan *I*, *I* avec celui de la crémaillere en ſerrant les vis *3*, *4*.

458. Le plan *I*, *I* incliné, comme il eſt dans la figure, ſert à fendre les fuſées de Montres ordinaires : s'il s'agit de fendre des fuſées de Montres à huit jours, ou autres qui ſe rencontrent à gauche, on incline différemment ce plan en faiſant mouvoir la regle, en ſorte que l'index *l* ſe trouve en *g* ; on retournera pour lors la face du burin *b*, & on fendra la fuſée en tournant la manivelle du côté contraire.

459. Les ſupports *SS* portent la piece *DD*, qui s'y fixe par le moyen des vis 6, 7 ; cette piece *DD* porte la courbe ou plaque d'acier *c*, dont l'effet eſt de régler les enfoncements différents du burin *b* ſur la fuſée *F* ; la cheville *n* poſe ſur la courbure *c*, qui laiſſe deſcendre le burin, lorſque le plan incliné le fait mouvoir : c'eſt de la courbure de cette piece *c* que dépend celle de la fuſée, & par conſéquent la grandeur de ſes diametres ; on a pluſieurs de ces plaques *c* avec différentes courbures, ſelon les fuſées.

460. La vis de rappel *o* ſert à faire monter & deſcendre la piece *D* 15, ſur laquelle vient poſer le bout de la plaque *c* ; ce qui fait monter ou deſcendre celle-ci, ſuivant qu'il en eſt beſoin pour les différentes grandeurs des fuſées.

461. Voici maintenant comment on fixe les fuſées avec l'axe *A d* : le bout de l'axe de la fuſée porte ſur un trou conique fait au centre de la baſe *d*, & l'autre bout de la fuſée entre de même dans le trou conique de la broche 14, qui paſſe à travers le ſupport *O S*, & ſe fixe par le moyen de la vis ou écrou *f* ; la fuſée eſt par-là au centre de l'axe *A d*. Pour que celui-ci entraîne la fuſée, on ſe ſert de la piece *W* (*fig.* 8) formée par une plaque qui a deux entailles, dans leſquelles peuvent entrer aiſément les chevilles que porte la baſe *d* ; cette plaque *W* en porte une petite qui eſt mobile deſſus, & qui a une partie de trou quarré ; la piece *W* en porte une autre partie ; le trou quarré formé par ces deux pieces ſert à y faire entrer l'axe de la fuſée, lequel eſt quarré ; on preſſe pour lors la vis *v*, de ſorte que la plaque *W* eſt fixée avec la fuſée : on poſe enſuite la fuſée ſur ces deux pointes, l'une au centre de la baſe *d*, & l'autre au centre de la broche 14, comme

je

je l'ai dit, & on fait entrer les chevilles de la baſe *d* dans les entailles de la plaque *W*; celle-ci & la fuſée ſont donc entraînées par l'axe ou baſe *A d*, & par la manivelle *M*.

462. *K* eſt une vis de rappel, qui ſert à faire mouvoir la *boîte C* pour amener le burin *b* à la baſe de la fuſée, ſelon que l'exigent les longueurs différentes des quarrés de fuſées, qui changent la poſition de la fuſée par rapport au burin : cette boîte *C* porte en deſſous une vis qui ſert à la fixer à la barre *TL* lorſque le burin eſt en place.

463. L'axe *A d* ſe meut dans des trous coniques faits en *G* & *Q* au travers des ſupports *NS* & *QZ*, portés & fixés ſur la barre *XY* par la vis 10, & la cheville 16.

464. La piece *QZ* porte par deſſous un talon dont on ſe ſert pour attacher cette machine à l'étau lorſqu'on veut tailler une fuſée : ſur cette piece ou ſupport *Q Z* eſt fixée la plaque 12, 13, ſur la longueur de laquelle ſe meut la *crémaillere* ou regle *P R*, dans une eſpece de couliſſe formée par les petites lames *p q*, *p'q'*, attachées par des vis à la piece 12, 13.

Maniere de tailler une Fuſée.

465. Pour tailler une fuſée, il faut commencer de la fixer avec l'axe *A d*, comme nous venons de le voir (461). Soit donnée, par exemple, la fuſée *F* (*fig.* 1) qu'il faut tailler de façon qu'elle contienne ſix tours de chaîne; il faut tourner la manivelle de droite à gauche, pour faire monter le point *I*, 3 du plan incliné ſous le talon *T*, & dans cette poſition amener le burin *b* à la baſe 1 de la fuſée; on ſe ſervira pour cela de la vis de rappel *K*; alors faiſant tourner la manivelle de gauche à droite, on comptera les nombres de tours que fait la manivelle (& par conſéquent la fuſée), tandis que le burin parcourt la hauteur de la fuſée : s'il fait plus des ſix tours demandés, il faut, au moyen de la vis *V*, faire mouvoir l'index *l*, & l'éloigner de *g*; & ſi au contraire la manivelle ne fait pas ſix tours, il faut faire mouvoir l'index

de *l* en *g*, & ainſi de ſuite, juſqu'à ce que le plan *I, I* ſoit incliné comme il faut : cela fait, il faut ramener le burin à la baſe de la fuſée en retournant la manivelle.

466. Pour former la rainure ſur la fuſée, on tournera la manivelle de gauche à droite, en appuyant en même temps ſur le manche *m* pour faire couper le burin *b*, en continuant ainſi juſqu'à ce que la manivelle ait fait ſix tours, & que le burin ſoit parvenu à la baſe ; enſuite on dégagera le burin de la rainure commencée, & on retournera la manivelle pour ramener de nouveau le burin à la baſe de la fuſée : on recommencera de la même maniere à le faire couper, en appuyant en même temps ſur le burin & tournant la manivelle de droite à gauche ; on fera ainſi mouvoir la fuſée & le burin à pluſieurs repriſes, & juſqu'à ce qu'il ait formé une rainure aſſez profonde pour contenir environ le quart de la largeur de la chaîne. Voilà à peu près les moyens qu'il faut employer pour tailler une fuſée.

De la maniere d'égaliſer les Fuſées.

467. Nous venons de voir comment il faut tailler une fuſée ; mais comme il ne ſuffit pas de former ſes rainures & de fixer à peu près ſa forme, & qu'il faut de plus, pour rendre égale l'impreſſion du reſſort ſur le rouage, égaliſer la fuſée & déterminer les enfoncements qui conviennent à chaque degré de force du reſſort, nous allons donner la méthode que l'on employe pour parvenir à ce but.

468. La premiere choſe qu'il faut faire lorſque la fuſée eſt taillée, c'eſt de choiſir une chaîne qui rempliſſe exactement la largeur de la rainure de la fuſée & la mettre de longueur convenable, en ſorte que non ſeulement elle entoure la fuſée, mais qu'il reſte un bout propre à aller gagner le barillet pour s'y accrocher. Pour cet effet, lorſque la fuſée & le barillet ſont en leur place ſur la platine des pilliers, il faut que la chaîne entoure la fuſée de la baſe au ſommet, & qu'elle entoure auſſi le barillet d'environ $\frac{1}{8}$ de tour. La chaîne ainſi établie

de longueur, il faut la retirer de deſſus la fuſée & en entourer le barillet avec la longueur ſeulement qui enveloppoit la fuſée, cela donnera le nombre de tours que le développement de la chaîne fera faire au barillet, & par conſéquent combien le reſſort devra faire de tours : car je ſuppoſe qu'on trouve que cette partie de la chaîne qui étoit ſur la fuſée, entourant ainſi le barillet, faſſe 4 tours, cela indique que pendant que la chaîne qui entoure la fuſée ſe développera, le barillet fera 4 tours : ainſi le reſſort devra faire pour cela ſeul 4 tours. Mais comme il eſt néceſſaire, pour avoir un reſſort moins inégal (452), qu'il faſſe plus de tours que la fuſée n'en employe, on lui donnera environ $\frac{5}{4}$ de tours de plus ; c'eſt-à-dire, que la barette (174) étant miſe à ſa place, le reſſort devra pouvoir ſe bander de maniere que le barillet faſſe 5 tours $\frac{1}{4}$ (l'arbre étant immobile) ; on fera donc faire un reſſort qui rempliſſe ces conditions ; on placera la barette & le reſſort dans ſon barillet, & on mettra la fuſée & le barillet en place ; par ce moyen on pourra donner $\frac{3}{4}$ de tours de bande au reſſort (la chaîne étant développée de deſſus la fuſée), & on ſera aſſuré que lorſque la chaîne entourera la fuſée, c'eſt-à-dire, qu'on l'aura *remontée*, il reſtera encore un demi-tour dont on pourroit faire tourner le barillet, pour bander entiérement le reſſort.

469. Soit la fuſée *F* (*Planche VII*, *fig.* 4) qu'il faut égaliſer avec le reſſort contenu dans le barillet *A* : pour cet effet, on mettra la fuſée & le barillet dans la cage, ſans autre piece que la roue de *vis ſans fin R*, laquelle engrenera dans ſa vis ſans fin : on arrêtera enſemble les deux platines en mettant les goupilles aux pilliers : on accrochera enſuite un bout de la chaîne à la fuſée & l'autre au barillet ; & au moyen d'une clef, on tournera le quarré de la vis ſans fin, ce qui fera tourner la roue *R* & l'axe *a*. Le crochet que celui-ci porte en dedans du barillet, remontera le reſſort : on fait un petit trait ſur le bout *a* de l'axe du barillet, lequel ſert d'index pour marquer la quantité de *bande* que le reſſort doit avoir en bas ; ſi c'eſt trois quarts de tour, on remarque le moment où l'axe accro-

che le reſſort, & on lui fait parcourir encore trois quarts de tour : il faut obſerver, que pour compter ces trois quarts de tour, il faut que la chaîne ſoit entiérement développée de deſſus la fuſée, & qu'elle n'y ſoit qu'accrochée.

470. Cela étant ainſi préparé, on ſe ſervira d'un levier *A L* (*Planche XVII*, *fig.* 2) dont on fera entrer la partie *A* ſur le quarré de la fuſée ; on fera faire un tour à ce levier, & on remontera par ce moyen le reſſort, & la chaîne s'enveloppera ſur la fuſée ; on la remontera ainſi juſqu'à ce que ſon crochet arcboute contre le garde-chaîne : dans cet état, on fera mouvoir le poids *M* du levier juſqu'au point qu'il devienne d'équilibre avec le reſſort ou moteur ; on fera enſuite rétrograder ce levier d'un tour, & on verra ſi ce poids *M* eſt encore d'équilibre avec le reſſort : ſi le reſſort eſt plus foible, il faut rapprocher le poids du centre *A* & le mettre de nouveau d'équilibre avec le reſſort, & continuer ainſi juſqu'au bas : on trouvera par ce moyen les endroits de la fuſée qui ſont trop petits ; ces points trouvés, on y mettra le poids d'équilibre avec le reſſort.

471. On voit que, pour égaliſer la fuſée avec ſon reſſort, il eſt néceſſaire de diminuer les endroits de la fuſée, qui étant trop élevés, changent l'équilibre du levier avec le reſſort, en faiſant paroître le poids trop léger. Mais avant de toucher à la fuſée, lorſque celle-ci eſt d'une bonne forme ([a]), on l'égaliſera avec ſon reſſort, en augmentant ou en diminuant la bande du reſſort, ſelon que la fuſée paroît trop petite ou trop grande du ſommet, c'eſt-à-dire, que le reſſort ne tire pas aſſez ou tire trop du bas. La regle que l'on doit ſuivre pour changer le degré de tenſion du reſſort, c'eſt que lorſqu'il ne tire pas aſſez du bas, il faut augmenter ſa bande, & lorſqu'il tire trop du bas, il faut la diminuer. Avant que d'augmenter la bande d'un reſſort, il faut s'être aſſuré que lorſqu'on aura remonté la fuſée au haut, le reſſort ne ſoit pas tout-à-fait tendu, mais qu'il lui reſte au moins encore un quart de tour de bande ;

---

[a] C'eſt-à-dire, que le diametre du ſommet ne differe pas trop ſenſiblement de celui de la baſe, & que la courbure de la fuſée eſt uniforme.

car ſi on n'a pas cette attention, on fera caſſer le reſſort ou la chaîne. Pour prévenir cet accident, il faut commencer par compter, comme nous venons de le dire (468), le nombre de tours que fait la chaîne ſur le barillet & ceux du reſſort: ſi donc la chaîne faiſant quatre tours, le reſſort n'en fait que cinq; & s'il eſt néceſſaire de donner un tour $\frac{1}{4}$ de bande pour que la fuſée ſoit égaliſée avec ſon reſſort, on voit que l'on ne pourroit pas remonter la fuſée au haut; car la chaîne fait, ſelon notre ſuppoſition, quatre tours, auxquels ajoutant un tour $\frac{1}{4}$ de bande, cela fait cinq tours $\frac{1}{4}$, ainſi il s'en faudroit un quart de tour qu'on ne pût remonter la fuſée au haut.

472. Lorſqu'il n'eſt pas poſſible d'égaliſer une fuſée par cette méthode, & ſuppoſant le reſſort bon & bien fait, il faut enfoncer avec une lime toutes les autres parties de la rainure où le reſſort emporte le levier *L*; & on continuera ainſi, de façon qu'à chaque point de la rainure, à commencer du ſommet, & finiſſant à la baſe, le reſſort & le poids reſtent parfaitement d'équilibre; ce qui étant fait, on aura un moteur qui agira ſur le rouage avec une force égale.

473. Si on a une machine à tailler les fuſées, lorſqu'on a vu l'endroit de la fuſée qui eſt trop gros, on la replace de nouveau ſur l'outil, afin d'en ôter avec le burin des tours trop forts: l'opération en eſt plus facile, & on conſerve la fuſée d'une plus belle forme, & les rainures en ſont plus proprement terminées.

474. Lorſqu'on a ainſi égaliſé la fuſée avec ſon reſſort, avant de la démonter de la cage & de changer la tenſion du reſſort, il faut faire, vis-à-vis du trait ou index que l'on a formé à l'arbre de barillet, un trait ſur la platine, lequel marquera l'endroit où on doit amener l'arbre de barillet pour donner la bande convenable au reſſort; on appelle cela faire le *Repaire*; ainſi toutes les fois qu'on remonte la montre, on met l'arbre à ſon repaire, & on tend le reſſort de la même maniere, & l'on eſt aſſuré par-là que le reſſort agit uniformément ſur ce rouage.

CHAPITRE XXVII.

Deſcription de différents Outils & Inſtruments les plus utiles pour l'exécution des Pieces d'Horlogerie.

PLANCHE XVIII.

475. LA figure 1 repréſente un compas à quart de cercle, d'une conſtruction avantageuſe.

476. La charniere eſt pareille à celle des compas ordinaires ; les pointes *A*, *B* ſe fixent avec le compas au moyen des vis *c*, *b* ; & pour les rendre parfaitement ſolides après le compas, les mortaiſes des *boîtes* ſont à trois faces, & à peu près de la figure du bout ſupérieur de la pointe *A* ; la preſſion de la vis ſe fait en *a*, de ſorte que la pointe eſt très-ſolide : on peut les monter & deſcendre au moyen des ouvertures faites en *C* & *D*.

477. *G* eſt une vis de rappel pour faire écarter ou approcher inſenſiblement les pointes l'une de l'autre ; les vis *E*, *F* ſervent à rendre l'ouverture du compas très-fixe.

478. La figure 2 eſt un compas d'*épaiſſeur*, qui ſert auſſi à faire tourner droit un balancier de Montre ; ſes bouts ſont percés ou marqués par des points capables de recevoir le bout des pivots du balancier que l'on fait ainſi tourner : la piece coudée *a b* ſert à faire voir ſi le balancier eſt droit ou non, & à marquer l'endroit où il touche : cet outil ſert encore à meſurer l'épaiſſeur du fond du barillet, d'une roue de champ, de rencontre & d'autres choſes ſemblables.

479. La figure 3 eſt un arbre propre à polir & tourner les fuſées, lorſque les pointes du quarré de la clef en ſont ôtées.

Cet arbre eſt formé de trois parties *a b*, *c d*, *e f* : *a* eſt l'endroit où l'on fixe le quarré au moyen de la bride & de la vis de preſſion : *b* s'applique contre la piece *c d*, qui eſt un cuivrot qui porte une pointe qu'on ne voit pas dans cette figure; *ef* s'applique contre la plaque *b*, & les trois vis raſſemblent ces trois parties que l'on peut faire mouvoir ſelon la baſe *c d*, juſqu'à ce que le gros pivot de la fuſée tourne rond; alors on ſerre les vis ; & cet aſſemblage reſtant fixe, il ne forme plus qu'un arbre.

480. La figure 4 eſt un *pied* ou machine propre à mettre les balanciers d'équilibre; les pivots du balancier portent ſur une petite entaille ronde bien unie ; & pour empêcher que les portées des pivots ne frottent, on a mis les petites parties ſaillantes qui reçoivent les bouts des pivots.

481. La figure 5 eſt un outil qui ſert à reſſerrer les chauſſées d'aiguilles des minutes, lorſque le frottement ſur la tige eſt trop foible : cette piece s'attache à l'étau ; on fait entrer la chauſſée *b* dans l'eſpece de trou que forment les mâchoires de l'outil ; & au moyen d'un marteau on frappe en *a* : cet outil eſt très-commode en ce qu'il ne gâte pas les chauſſées.

482. La figure 6 eſt un arbre qui ſert à tourner des roues ou autre choſe ſemblable ; la vis eſt taraudée à rebour, afin qu'en tournant la roue, l'écrou ne ſe deſſerre pas.

483. La figure 7 eſt un outil dont on ſe ſert pour pincer en *a*, comme avec un étau, une chaîne de Montre que l'on veut renouer.

484. La figure 8 eſt un *calibre à pignon* : ſon uſage eſt pour prendre la groſſeur d'un pignon ſur les dents d'une roue, & diminuer le pignon juſqu'à ce qu'il paſſe par le calibre ; on s'en ſert auſſi pour vérifier l'égale diſtance des dents d'un pignon.

485. L'outil (*fig.* 9) ſert à prendre la hauteur de la cage d'une Montre ou d'une Pendule, en y faiſant entrer juſtes les pointes *a*, *b* : les pointes *c*, *d* ſervent à tourner les pivots d'une roue juſqu'à ce que les portées entrent dans ces pointes, dont l'intervalle eſt le même que celui des extrémités *a*, *b*.

486. La figure 10 eſt un cuivrot très-commode pour ſervir à mettre ſur les tiges des roues de différentes groſſeurs,

au moyen des vis qui écartent ces eſpeces de mâchoires, & qui les ſerrent autant qu'il eſt beſoin.

487. La figure 12 eſt un outil qui ſert à égaliſer les roues de rencontre : un des côtés intérieurs eſt taillé comme une lime ; & les côtés extérieurs ſont diſpoſés pour poſer contre le devant des dents, tandis que le côté fait en lime, ôte l'excédent de la dent : on approche ou l'on écarte cette machine par le moyen de ſes vis, ſelon qu'il en eſt beſoin, pour la diſtance des dents de la roue.

PLANCHE XIX.

488. La premiere figure repréſente un très-bel étau qui a pluſieurs mouvements très-commodes : il a été conſtruit & exécuté par M. Hulot, fort habile Machiniſte & *Méchanicien du Roi.* Les étaux ordinaires s'ouvrent par un mouvement angulaire; celui-ci au contraire s'ouvre & ſe meut 1°, parallélement, de maniere qu'il ſerre les pieces également, quelle qu'en ſoit l'épaiſſeur.

2°. Il ſe meut horizontalement, c'eſt-à-dire, que l'on fait tourner l'étau ſur lui-même & qu'on dirige ſa mâchoire de quel côté l'on veut.

3°. Il a un troiſieme mouvement qui eſt vertical, c'eſt-à-dire, que le plan des mâchoires devient incliné, comme on veut, avec l'*établi*; ce qui donne la facilité de limer une piece en biſeau ſans changer la poſition de la lime qui doit toujours être horizontale.

Du mouvement parallele des Mâchoires

489. Pour produire le mouvement du paralléliſme, on a fait en *C*, dans la mâchoire *AB*, une *mortaiſe* quarrée, dans laquelle ſe meut la partie *DF* de l'autre mâchoire *DI* : cette mortaiſe doit être parfaitement juſte & parallele à la vis *GH*.

490. Le mouvement horizontal ſe fait au moyen d'un fort pivot qui eſt formé ſur la piece même *ABC* en deſſous; de

de *C*; ce pivot paſſe à travers la piece *L*, dans laquelle il roule; il eſt terminé par une vis ſur laquelle entre l'écrou à *pan M* qui arrête ce pivot, de ſorte qu'il ne puiſſe que tourner: cette piece *L* porte une baſe, ſur laquelle tourne la baſe même de la mâchoire *CAB* : cette baſe *C* eſt ſaillante & circulaire, afin d'y pratiquer les entailles 1, 2; 3, 4 dans leſquelles entre une piece *d* qui ſert à l'arrêter ſolidement. Pour faire mouvoir horizontalement l'étau, on preſſe le bouton *T* de la piece *dT*, en ſorte que *d* ſort de l'entaille, & permet à l'étau de tourner; cette détente eſt repouſſée par un reſſort qui ne peut être vu.

491. La piece *L*, dont la baſe reçoit celle de l'étau ou mâchoire *B C*, forme, avec la piece *NSF*, une charniere dont le centre du mouvement eſt en *N*, qui eſt la goupille même: c'eſt ce qui produit le mouvement vertical. Pour fixer l'inclinaiſon de l'étau, la piece *L*, dont une partie qui ne peut être vue, ſe meut dans l'épaiſſeur *P M*; cette piece, dis-je, eſt entaillée, comme on le voit en *d*, en 6, 7; de ſorte que la partie *P* de la baſcule *PQ* mobile en *R*, entre dans une des entailles 6, 7, & fixe très-ſolidement l'étau à l'inclinaiſon qu'on veut: le reſſort *QR* repouſſe cette baſcule.

492. *SV* eſt la partie qui ſert à fixer l'étau à l'établi au moyen de la vis *X* : *ef* eſt une broſſe qui arrête les ſaletés qui pourroient s'introduire dans les pas de la vis, en la tournant; il y en a autant de l'autre côté de la mâchoire. Le *collet* de la vis *G H* porte en *h*, une rainure dans laquelle entre le bout d'une vis attachée ſur le plan *D F*; ainſi lorſqu'on deſſerre la vis *G H*, elle entraîne la mâchoire *D I*.

493. La ſeconde figure repréſente un tour à balancier; c'eſt-à-dire, à tourner un balancier tout monté ſur ſa verge ou ſur ſon cylindre. La troiſieme figure repréſente des pieces acceſſoires à ce tour, dont nous dirons l'uſage. On appelle ce tour, *Tour en l'air*, par la raiſon que la piece qu'on tourne deſſus a ſa pointe en l'air, n'étant pas obligée de porter dans un point de la broche du tour, comme cela eſt aux tours ordinaires. Cette propriété qui fait

le mérite principal de ce tour, vient de la diſpoſition de l'arbre ou axe *ABCD* (*fig* 2) vu en profil (*fig.* 3) : la partie conique *D* ſe meut dans un trou fait au ſupport *EF*; ce trou qui a la même figure que le cône de l'arbre, eſt formé moitié dans la piece rapportée *F*, & l'autre moitié dans le ſupport *E* : on donne ou on ôte le jeu de l'arbre dans ce trou, ſelon que l'on ſerre plus au moins les vis de la piece *F* : l'autre bout de l'arbre porte une pointe conique, qui entre dans un trou de même figure fait au centre de la vis *L* (*fig.* 2), que l'on ſerre plus ou moins pour donner du jeu à l'arbre, ce qui le pouſſe contre ſon cône ; pour arrêter la vis, on a mis un contre-écrou *I*.

494. L'axe ainſi monté, on a formé, en le faiſant tourner avec un archet par le cuivrot *A*, le trou conique *MN*, dont la coupe eſt repréſentée (*fig.* 3) : ce trou qui eſt ſelon l'axe de l'arbre, & qui doit être parfaitement rond, ſert à loger la piece *R*, & dans celle-ci le cylindre *L*, qui porte le reſſort à boudin *m*. Ce cylindre entre parfaitement juſte dans la piece conique *R* & aſſez librement, pour que le reſſort *m* puiſſe par ſa preſſion l'y faire mouvoir : la piece *R* eſt tournée de groſſeur & de forme propre à entrer juſte en *M*. Le cylindre *L* étant placé dans le trou de cette piece *R*, on poſe le tout dans le trou conique de l'arbre : alors le petit reſſort *m* poſe ſur le fond *N* du trou conique de l'arbre, mais de maniere que ce cylindre excede le dehors de la baſe extérieure *BC* d'environ une ligne : cela entendu, on concevra aiſément, à l'aide de la *fig.* 2, comment on peut tourner un balancier pour le rendre rond.

495. Le petit cylindre *L* porte du coté où il excede à ſon centre un petit trou conique de la groſſeur d'un pivot de balancier; on poſe le bout du pivot du balancier dans ce trou, & on le pouſſe juſqu'à ce que le balancier poſe ſur la baſe *BC*; alors avec un cercle *ab* que l'on poſe de l'autre côté du balancier, on fixe le balancier au moyen de trois vis de preſſion, en ſorte que ſon pivot eſt par ce moyen parfaitement concentrique à l'arbre *ABC*; on tourne donc le bord de ſon balancier, ou l'aſſiette du balancier, cet outil étant très-

commode pour cela. Si au contraire on vouloit tourner la rivure du balancier, c'eſt-à-dire, le côté qui poſe actuellement contre la baſe, on ſe ſerviroit d'un autre moyen : on ôteroit le balancier & enſuite la piece *R*, ce qui s'exécute au moyen du trou oblique *O M* (*fig*. 3) & d'une petite pointe qui agit contre la portée de la piece *R* & l'oblige de ſortir : on feroit entrer la verge de balancier dans le trou conique de l'arbre, plaçant enſuite le cercle *a b* & les vis de preſſion, (mais ſans ſerrer le balancier) ; enſuite on placeroit, ſur la circonférence *B C* (*fig*. 2), la piece *O P*, dont le bord intérieur entre juſte à drageoir ſur la circonférence *B*, & tourne parfaitement rond avec l'arbre : *O P* porte un canon qui eſt percé dans ſa longueur & bien au centre, d'un trou cylindrique, dans lequel entre très-juſte le cylindre *Q*, dont le bout eſt percé concentriquement d'un trou conique de la groſſeur des pivots ordinaires de balancier ; on l'avance juſqu'à ce qu'il vienne poſer ſur le pivot extérieur du balancier, qu'il rend par ce moyen concentrique à l'arbre ; on ſerre les vis ; on ôte l'eſpece de calotte *O P*, & on tourne le balancier : *R* (*fig*. 2) eſt le ſupport pareil à ceux des tours ordinaires, & dont l'uſage eſt le même.

496. La figure 4 repréſente un *Arbre liſſe* : cet outil ſert à tourner des canons, viroles & autres choſes qui n'ont pas d'axe ou de pointes.

La figure 5 eſt un foret : cet outil ſert à percer des trous dans le cuivre, la figure angulaire de la pointe étant propre à cela.

Lorſqu'on veut percer de l'acier, il faut changer la figure de la pointe du foret, en la faiſant moins en fleche, mais au contraire arrondie par le bout : l'uſage en apprendra plus que des leçons.

497. La figure 6 repréſente un tour d'Horloger qui, outre ſon uſage ordinaire, eſt conſtruit de maniere que l'on peut s'en ſervir pour diviſer les pignons, & pour marquer l'entaille des cylindres d'échappement pour les Montres.

498. *B* eſt une petite plate-forme qui contient pluſieurs cercles concentriques : le cercle extérieur eſt diviſé en 360 parties

pour ſervir aux cylindres ; les autres le ſont en d'autres nombres propres pour les pignons : l'axe de cette plate-forme, vue en profil (*fig.* 7), entre dans un canon dont on voit la coupe (*fig.* 8) ; ce canon ſe place dans le trou de la *poupée E* ; il tient lieu de broche, & ſe fixe par la vis de preſſion *D*, qui appuie ſur le *couſſinet E* ; la plate-forme tourne donc librement dans ce canon : la plate-forme a un trou conique & bien concentrique aux cercles de diviſion ; ce trou ſert à recevoir les pointes des pignons que l'on veut marquer.

499. Le bout *b* de la pince *a b* tient à la plate-forme au moyen d'une vis de preſſion ; & l'autre bout eſt percé de pluſieurs trous quarrés de différentes groſſeurs : c'eſt dans ces trous que l'on fait entrer le bout de la tige du pignon qu'on lime quarrément ; en ſorte qu'en ſerrant la vis *a*, le pignon eſt entraîné par la plate-forme.

500. Les nombres de la plate-forme ſont formés par des points qui ſervent à recevoir la pointe de l'alidade *F*, & à arrêter le diviſeur : le ſupport *V* étant limé bien droit, en ſorte qu'il ſoit parallele à l'axe du pignon, on s'en ſervira pour tracer les diviſions, en employant pour cela une pointe, & faiſant approcher le ſupport très-près du pignon (ou du cylindre) afin d'éviter l'erreur qui pourroit réſulter de l'inclinaiſon de la main qui tient l'outil.

501. En ôtant les pieces *C*, *B*, *F*, *G*, *M*, *X*, le tour redevient un tour ordinaire d'Horloger.

502. Le bout *a* de la broche (*fig.* 9) appartient au tour (*fig.* 6) : elle ſert lorſque le cuivrot déborde la piece que l'on tourne ; cette broche entre dans les cuivrots ſans les empêcher de tourner.

503. Le bout *c* de la broche (*fig.* 10) porte une partie qui ſert à y rouler les pivots, au moyen des petites entailles qui ſont de différentes groſſeurs ſelon les pivots. Les *pointes à lunettes b*, *d* (*fig.* 9 & 10) ſont faites pour tourner les roues, en faiſant rouler les pivots dans des trous faits à ces pointes : toutes les roues doivent être ainſi tournées en achevant les dentures. Ces pointes (*fig.* 9 & 10) appartiennent au tour (*fig.* 6).

Deſcription de l'Outil à placer les Roues droites en Cage.

504. Il ne ſuffit pas de déterminer la poſition qu'il faut donner à une roue pour que ſon engrenage ſoit bon, puiſque cela donne ſeulement le trou qu'il faut faire à une des platines ; il faut encore chercher le trou de l'autre platine, où cette roue étant miſe en cage ſoit parfaitement droite ; c'eſt-à-dire, qu'elle ne faſſe pas plus de jour d'un côté que de l'autre ; cela eſt ſur-tout difficile pour les trous de pivots de balancier, ſoit ceux du coq, ou de la potence : on a donc imaginé des outils propres à trouver facilement la poſition de ces trous : parmi les différents inſtruments que l'on a compoſés pour cet uſage, celui qui me paroît préférable eſt repréſenté dans la *Planche XVII*, *fig.* 3 : il eſt en même temps le plus ſimple & le plus aiſé à conſtruire pour être parfait.

505. Il eſt compoſé de deux pieces *A B D*, *C E F*, portant chacune les bouts prolongés *L*, *M* percés dans leur longueur par des trous cylindriques, dans leſquels on ajuſte les broches cylindriques *a b*, *c d* : celles-ci doivent entrer parfaitement juſte dans les trous de cylindre.

506. Les pieces *A B*, *C F* ſont aſſemblées au moyen de quatre vis 1, 2, 3 & 4, ce qui les fixe très-ſolidement. Pour que les broches ſoient parfaitement concentriques, il faut réſerver à la piece *C F* une partie *E F* qui entre bien juſte dans le cercle *D E* de la piece *A B* : les plans de ces pieces, ainſi que la portée, doivent être tournés avec beaucoup de ſoin en faiſant rouler ces pieces ſur leurs broches : le plan *E F* doit être bien uni & droit : *G H* eſt un reſſort qui ſert à preſſer la pointe ou broche *c d*, pour la faire monter.

507. Pour ſe ſervir de cette machine, on place une virole (*fig.* 4) ſur le plan *E F* ; on poſe deſſus cette virole le côté de la cage dont le trou eſt percé ; on fait entrer la pointe de la broche *c* dans ce trou, & on appuie avec une main fortement la platine contre le plan, pendant qu'avec l'autre

on preſſe en *I* la pointe ſupérieure, de maniere qu'elle marque un petit point ſur la platine; par ce point on percera un trou; la roue placée dans ces trous ſera néceſſairement parallele aux platines; car par la conſtruction de l'inſtrument, les pointes *ab*, *cd* ſont perpendiculaires au plan *E F*, & par conſéquent aux platines : l'axe de la roue ſera donc perdiculaire aux platines & ſon plan lui ſera parallele. Les viroles que l'on place ſous les platines doivent être parfaitement tournées des deux côtés, afin qu'elles maintiennent les platines paralleles au plan *E F* : on entaille ces viroles, ſelon qu'il en eſt beſoin, pour éviter l'obſtacle des pieces portées par les platines. Lorſqu'on veut marquer à la potence le trou de la verge, on place le coq ſur la platine, on poſe celle-ci ſur une virole, & on fait entrer la pointe *a b* dans les trous du coq : avec l'autre pointe on marque ſur la potence un point qui donne celui du pivot inférieur de la verge.

CHAPITRE XXVIII.

Deſcription de l'Inſtrument que j'ai conſtruit pour meſurer la force des reſſorts de Montres, & pour ſervir à déterminer la peſanteur des Balanciers.

PLANCHE XVIII, *figure* 15.

508. LA partie *A* eſt faite de deux pieces qui forment une mâchoire à peu près pareille à celle des leviers à égaliſer les fuſées, à cela près cependant qu'elle s'ouvre perpendiculairement à la branche *C*, afin que les différentes groſſeurs des quarrés de fuſée changent le moins qu'il eſt poſſible le centre *A* du levier *C*. Le quarré de la fuſée entre dans le

trou quarré *A*; & au moyen des vis *B*, *b*, on ſerre cette mâchoire, en ſorte que le quarré de la fuſée eſt entraîné avec le levier. La branche *A C* du levier fait équilibre avec la boule *D*, lorſque le coulant *E F* eſt ôté.

509. La branche *C* eſt graduée dans ſa longueur, de maniere que lorſque le coulant *E* avec le poids *F* qu'il porte, eſt placé à une diviſion quelconque, comme 3, 7 ou 12, &c: on a le nombre de gros (ou huitieme partie d'une once) qu'il faut placer en *D*, pour faire équilibre avec le poids *F*.

510. Pour graduer cette branche, j'ai fixé la mâchoire *A* ſur le quarré d'une fuſée; ce quarré étoit de moyenne groſſeur; la fuſée tournoit librement dans ſa cage, ſans chaîne ni communication avec le reſſort: dans cet état j'ai mis parfaitement d'équilibre la branche *A C* avec le poids *D*; j'ai ſuſpendu en *D* ſur une petite rainure, dont la diſtance au centre *A* du levier eſt exactement de quatre pouces, un petit plateau de balance; & pour que le poids du plateau ne changeât pas l'équilibre, j'ai attaché à l'autre extrémité du levier *C* une petite piece de cuivre: cela ainſi préparé, j'ai remis le coulant *E* & ſon poids *F*; enſuite j'ai mis un gros dans le plateau, & j'ai mené le coulant *E* juſqu'à ce qu'il ait fait équilibre avec le poids d'un gros: j'ai tracé une diviſion & marqué 1: cela fait, j'ai ajouté dans le plateau 18 grains ou le quart d'un gros, & j'ai amené le coulant au point où il ſe trouvoit en équilibre avec les poids de la balance; j'ai marqué une diviſion qui ne s'étend que juſqu'au quart de la largeur de la branche, afin de déſigner que c'eſt le quart d'un gros; j'ai ajouté enſuite 18 grains, & j'ai cherché de nouveau l'équilibre, pour marquer une diviſion qui s'étend ſur la moitié de la largeur de la branche: pour déſigner un demi-gros, j'ai encore ajouté 18 grains; & ayant trouvé l'équilibre, j'ai marqué une diviſion ſur le quart de la largeur pour déſigner $\frac{3}{4}$ de gros: ayant de nouveau ajouté 18 grains & trouvé l'équilibre, j'ai marqué la diviſion 2 ſur toute la largeur de la branche, pour déſigner que c'eſt 2 gros; & ainſi ajoutant de ſuite des quarts de gros, j'ai gradué la branche dans toute ſa longueur.

511. On voit par la conſtruction de cet inſtrument, que ſi on l'adapte ſur le quarré d'une fuſée montée dans ſa cage, avec le reſſort & la chaîne, & que pour faire équilibre avec le reſſort, on mene le coulant *E* ſur une diviſion quelconque, 5 par exemple, ce nombre déſignera la force du reſſort, c'eſt-à-dire, qu'il fait équilibre avec 5 gros ſitués à 4 pouces du centre de la fuſée; car la force du reſſort repréſente ici les poids qui étoient placés dans le plateau de la balance. Nous verrons l'uſage de cet inſtrument dans la ſeconde Partie, Chap. XXXIV, & comment nous ſommes parvenus à trouver, par le calcul, le poids d'un balancier.

De l'uſage de la Machine repréſentée Pl. XVIII, fig. 13 & 14, *& de l'Outil*, fig. 11.

512. J'avois deſtiné cette machine pour faire des expériences ſur la durée des vibrations grandes & petites d'un même balancier qui ſe meut librement : pour cet effet, je faiſois rouler la pointe de l'axe ſur une pierre fort dure, & pour diminuer le frottement des pivots, ils rouloient chacun entre trois rouleaux. Je devois obſerver le nombre de vibrations que faiſoit le balancier, lorſqu'il ſe mouvoit horizontament ou verticalement, la vîteſſe des vibrations, ſelon la différence des températures; enfin elle devoit ſervir à meſurer les différents degrés de force d'un même ſpiral, ſelon qu'il étoit plus ou moins tendu.

513. Je ne rapporterai point ici ces expériences; elles ne ſont pas aſſez exactes pour pouvoir y compter; mon temps ne m'a pas permis de les ſuivre, n'en ayant pas eu beſoin, excepté celles de l'action du chaud & du froid ſur un balancier qui ſe meut librement avec ſon ſpiral : mais nous avons ſuivi avec beaucoup de préciſion cet objet dans la ſeconde Partie, en traitant de notre Horloge Marine.

La figure 11 repréſente une *Pince* dont l'un des bouts eſt creux, & l'autre rond : elle ſert à ouvrir, ou à reſſerrer les ſpires des ſpiraux, ſelon qu'on les pince avec l'un ou l'autre côté de l'outil.

CHAPITRE

CHAPITRE XXIX.

De l'Outil d'Engrenage. De la maniere de déterminer exactement les groſſeurs des Pignons, & de faire de bons Engrenages.

514. NOUS traiterons dans le Chapitre V, ſeconde Partie, de la théorie des engrenages : je me bornerai donc ici à parler de quelques méthodes propres à faciliter aux Ouvriers l'exécution de bons engrenages, & à déterminer, par la pratique, la groſſeur des pignons, la forme des dents, &c.

515. La Planche IV, fig. 2 & 3, repréſente un inſtrument très-utile, qu'on appelle *Outil d'Engrenage*. Une roue *R* (*fig.* 2) étant donnée, ainſi que le pignon *P*, on peut, à l'aide de cet outil, former les courbures des dents de la roue & du pignon avec aſſez de préciſion, pour que la roue mene le pignon uniformément.

516. La roue & le pignon étant à peu près formés, on détermine la diſtance qu'il doit y avoir entre le centre de la roue & celui du pignon : on change les courbes, ſi elles ſont mal faites, ce qui ſe reconnoît en faiſant tourner la roue & le pignon. Lorſque l'une & l'autre tournent avec la même vîteſſe & ſans ſecouſſes, c'eſt une preuve que l'engrenage eſt bien fait : on connoit par le même moyen ſi le pignon eſt trop gros ; car alors il arcboute & mene trop tôt avant la ligne des centres ; s'il eſt trop petit, il ſe meut pendant un inſtant avec vîteſſe & après la ligne des centres. Cet inſtrument ſert donc à vérifier les défauts d'un engrenage, & à les corriger : on en verra mieux l'uſage lorſque j'en aurai fait la deſcription.

517. L'outil d'engrenage (*fig.* 2) eſt formé par deux chaſſis coudés *A*, *B*, *C*, *D*, leſquels ſont mobiles en *a*, & aſ-

ſemblés par une charniere : chaque partie porte deux *poupées* percées par des trous qui doivent être parfaitement cylindriques, paralleles à l'axe ou centre *a*: les trous des poupées doivent auſſi garder le parallélisme entr'eux ; les broches *p q*, *q p* doivent être tournées bien rondes & de même groſſeur, & entrer très-juſte dans les trous des poupées *A*, *D*, *A*, *D* : ces broches ſont terminées en pointe par un bout, & percées par l'autre par des points coniques & concentriques *q* propres à recevoir les bouts des pivots des roues & pignons que l'on veut examiner, comme on le voit (*fig.* 2) : la charniere de cet outil ſert à approcher ou à écarter la roue du pignon, ſelon leurs différentes grandeurs, & ſuivant qu'il en eſt beſoin pour former l'engrenage.

518. La portion de cercle *c d E* paſſe à travers les pieces ou chaſſis *A V B*, *A E B*: le bout *E* eſt taraudé, ainſi que le trou de l'écrou *F*, qui tient au chaſſis *A E B*; il ne peut que tourner ſans changer de place : l'autre chaſſis porte la vis *V* de preſſion, qui ſert à fixer le mouvement des chaſſis. Lorſqu'on a approché la roue *R* du pignon à peu près au point de former l'engrenage, on tourne la vis de preſſion *V*, en ſorte qu'elle arrête le chaſſis *A V B* ; & pour amener l'engrenage le plus près qu'il eſt poſſible du point convenable, on fait mouvoir l'écrou *F*, ce qui fait approcher ou éloigner inſenſiblement les chaſſis, ſelon le côté dont on fait tourner cet écrou. Les vis 1, 2, 3, 4 ſervent à fixer les broches après les poupées.

519. Lorſque l'on eſt parvenu à former l'engrenage ſur l'outil, il ne reſte plus qu'à le placer dans la cage : pour cet effet, on commence par percer & mettre en cage la roue, en ſorte qu'elle ſoit droite, & alors on poſe une des pointes *p* dans le trou fait à la platine, & de l'autre qui lui eſt parallele, on trace un trait comme avec un compas, en perçant par ce trait un trou qui ſoit coupé en deux par ce trait, & plaçant bien droit en cage le pignon, on aura l'engrenage mis en cage, qui ſera de même qu'il étoit ſur l'outil.

520. Il faut obſerver qu'il faut faire monter & deſcendre

une des pointes, de maniere qu'avant de tracer le trait d'engrenage, elles s'élevent perpendiculairement ſur le plan de la platine : il eſt donc à propos d'ajuſter ſur une des broches *pq* (*fig. 3*) une équerre *E*, qui puiſſe monter & deſcendre ſur cette broche afin d'en fixer la poſition, & qu'on ne puiſſe incliner l'outil, ce qui changeroit néceſſairement l'intervalle qu'il y a de la roue au pignon.

521. La grande facilité que donne cet outil pour voir ces engrenages, les réparer & les tranſporter dans le même état dans la cage, rend cet inſtrument très-néceſſaire aux Ouvriers : on peut même s'en ſervir pour former des échappements à ancre, à cylindre, &c; mais, malgré ſon utilité, il y a peu d'Ouvriers qui s'en ſervent, & même qui le connoiſſent. Il n'eſt cependant pas nouveau, puiſque M. Thiout l'a décrit dans ſon *Traité d'Hôrlogerie ;* mais l'indolence extrême de la plûpart des Ouvriers en borne fort l'uſage ; car ils cherchent plus à gagner de l'argent, qu'à s'inſtruire & faire de bonnes choſes.

Maniere de déterminer la groſſeur des Pignons.

522. La meilleure méthode pour déterminer avec une grande préciſion la groſſeur d'un pignon pour une roue quelconque, c'eſt, avant de le tremper, de le préſenter avec ſa roue ſur l'outil d'engrenage : pour cet effet, il faut arrondir quelques dents de la roue; alors on voit s'il eſt de groſſeur : s'il eſt trop gros, on le diminue juſqu'à ce que l'engrenage ſe faſſe le plus uniformément qu'il eſt poſſible ; s'il eſt trop petit, il faut le refaire ou diminuer la roue. Mais pour prévenir cet inconvénient, on ſe ſervira des méthodes ſuivantes, qui ſervent à donner à très-peu près la groſſeur dont il faut tourner un pignon de Pendule avant que de le fendre.

523. On coupera une bande de carte qui aura environ pour largeur l'epaiſſeur de la roue dont on cherche le pignon, on appliquera cette carte ſur la circonférence de la roue fendue & non arrondie, & on la coupera de longueur qui ſoit telle qu'elle comprenne autant de dents de la roue que le pi-

gnon doit en avoir, & deux en ſus : la longueur de la carte ſera la circonférence du pignon : ſi l'on a, par exemple, un pignon de 16 dents à faire, on coupera la carte de longueur à embraſſer 18 dents de la roue ; & l'on appliquera enſuite la carte ſur le pignon, que l'on diminuera ſur le tour, juſqu'à ce que les deux bouts de la carte ſe rejoignent ; alors on fendra ce pignon, on l'arrondira & on l'achevera : mais avant de le tremper, il faut arrondir quelques dents de la roue ; placer celle-ci ſur un arbre liſſe ; & mettant la roue & le pignon ſur l'outil d'engrenage, on verra s'il eſt de groſſeur convenable à la figure des ailes & dents de la roue & du pignon ; on le diminuera ſelon qu'il ſera beſoin ; on changera la courbure des ailes ou celle de la roue, en ſorte que l'engrenage ſe faſſe uniformément.

524. Dans les petits pignons de Pendules, & dans ceux des Montres, on ne peut pas ſe ſervir de cartes ; mais voici des regles fondées, ainſi que la précédente, ſur l'expérience & ſelon l'uſage des bons Ouvriers.

525. Lorſqu'on a fendu les roues, & que l'on veut prendre la groſſeur des pignons, on ſe ſert d'un calibre à pignon (*Planche XVIII*, *fig.* 8). Si, par exemple, on veut faire un pignon qui ait 16 dents, on donnera une ouverture au calibre capable de comprendre 6 dents de la roue, priſe du flanc extérieur de la premiere au flanc extérieur de la ſixieme ; c'eſt ce qu'on appelle *6 dents pleines*.

526. Pour un pignon de 15, il ne faut pas que le calibre embraſſe tout-à-fait le flanc de la ſixieme dent.

527. Pour un pignon de 14, il faut prendre 6 dents ſur les pointes.

528. Pour un pignon de 12, cinq dents pleines, lorſque c'eſt une grande roue de Pendule ; & ſi c'eſt pour une Montre, il faut prendre 5 dents ſur les pointes un peu fortes.

529. Pour un pignon de 10, 4 dents pleines.

530. Pour un pignon de 9, un peu moins de 4 dents pleines.

531. Pour un pignon de 8 en Pendule, 4 dents ſur les pointes.

532. Pour les Montres, il faut prendre 4 dents ſur les pointes, moins le quart du vuide d'une dent.

533. Pour un pignon de 7 en Pendule, 3 dents pleines de la roue, & un quart du vuide d'une dent.

534. Le pignon de 7 des Montres, doit embraſſer un peu moins de 3 dents de la roue ; il faut forcer la roue lorſqu'elle eſt finie.

535. Pour un pignon de 6, il faut prendre 3 dents pleines pour les Pendules. Pour les Montres, un peu plus de 3 dents ſur les pointes.

536. Pour un pignon de 5, 3 dents ſur les pointes.

537. Pour un pignon de 4, il faut prendre deux dents quarrées & pleines. Lorſque le pignon mene, il faut prendre deux dents quarrées de la roue, plus la moitié du vuide d'une dent : en général tous les pignons doivent être plus gros lorſqu'ils menent.

REMARQUE.

538. Quoique les engrenages des Montres & des Pendules ſoient faits ſur les mêmes principes, & que les groſſeurs des pignons paroiſſent devoir être les mêmes ; cependant on y apperçoit une petite différence, dont voici la raiſon. Dans les Pendules, les roues ſont beaucoup plus nombrées que dans les Montres : or plus une roue eſt grande & nombrée, le pignon reſtant de même nombre, & moins les dents de la roue & du pignon ſe pénetrent ; c'eſt-à-dire, que le rayon *primitif* du pignon approche plus de ſon rayon vrai : il ſuit de-là qu'un tel engrenage eſt le meilleur, puiſque moins les dents ſont obligées de ſe pénétrer pour l'engrenage, & moins il y a de frottement.

539. On voit par-là que les groſſeurs des pignons varient dans une Pendule ou une Montre, ſelon que la roue eſt plus ou moins nombrée, relativement à ſon pignon : ainſi lorſqu'on fait un pignon de 8 qui engrene dans une roue de 32 dents, il faut prendre moins de dents, c'eſt-à-dire, tenir le pignon plus petit que s'il engrenoit dans une roue de 72 ; & tou-

jours de moins en moins, à meſure que le pignon fait un moindre nombre de tours relativement à la roue.

540. Après avoir donné les groſſeurs aux pignons de la maniere que nous venons de le dire, il eſt encore à propos, avant de les tremper, d'en eſſayer l'engrenage, afin de bien fixer ſa groſſeur & de la déterminer convenablement au plus ou moins de dents de la roue, & de donner aux ailes la courbure la plus favorable : ces ſoins & ces attentions ſont très-eſſentielles ; on ne peut trop les recommander aux Ouvriers, & avoir l'œil à les leur faire mettre en pratique.

CHAPITRE XXX.

Deſcription d'une Répétition de Montre à trois parties, d'une nouvelle diſpoſition.

PLANCHE XIV, *fig.* 5.

541. *A*, *B* ſont deux *crémailleres* fixées l'une après l'autre & mobiles en *a*. La crémaillere *A* ſert à faire frapper les marteaux, dont *b* & *c* ſont les baſcules ; la diſpoſition de ces marteaux eſt ſemblable à celle des répétitions ordinaires (187 & 188) : *d* eſt une double palette qui eſt portée par l'axe d'une roue de ſonnerie, dont la vîteſſe doit être telle, qu'à chaque tour qu'elle fera le marteau puiſſe frapper deux coups ni trop prompts ni trop lents ; ce qui dépend des nombres de dents du rouage que je n'ai pas cru devoir faire graver, ſa diſpoſition étant très-facile : cette double palette eſt le moteur de la crémaillere *B*, & par conſéquent c'eſt la force qu'elle reçoit du reſſort moteur, qui donne le mouvement & fait frapper les marteaux.

542. Pour cet effet, lorſqu'on pouſſe le *pouſſoir C*, ſon action ſur le levier *D E* oblige le bras *F* de ce levier d'écarter le

petit bras *x*, ainſi que l'eſpece de cliquet *x r* dont le bout retient la crémaillere *B*, & l'empêche de deſcendre ; mais pendant que l'on pouſſe le pouſſoir, le levier *E* parcourt un grand eſpace; & en écartant le cliquet, il donne le temps à la crémaillere de deſcendre : la crémaillere étant donc preſſée par l'action du reſſort *f*, eſt obligée de deſcendre & venir poſer ſur le limaçon des heures, porté par l'étoile *G*. Pendant que le cliquet reſte écarté par le bras *F*, la palette *M* qu'il porte & qui paſſe à travers la platine, va arrêter une roue de ſonnerie, ce qui empêche le rouage de tourner ; mais dès que l'on ceſſe d'appuyer ſur le pouſſoir, le cliquet dégage la ſonnerie, la palette *d*, en tournant, fait frapper les heures que le limaçon a données, & la crémaillere *B* en remontant, porte une cheville qui vient preſſer la piece des quarts *l m o* mobile en *m*, & dont le bras *n* porte une palette, qui paſſant à travers la platine va ſe préſenter à une cheville portée par une roue de ſonnerie, & l'arrête lorſque les heures & les quarts ſon frappés.

543. Les quarts ſont déterminés par l'enfoncement du limaçon *C* des quarts, ſur leſquels le bras *o* de la piece des quart va poſer, quand on fait ſonner la répétition. Si la piece des quarts poſe ſur les pas les plus élevés du limaçon des quarts, la cheville 1 de la crémaillere viendra poſer ſur le bout du bras *l*; alors elle ne ſonnera pas de quarts, parce que la crémaillere s'arrêtera immédiatement après qu'elle aura ſonné l'heure ; ſi au contraire, la piece des quarts deſcend ſur le premier pas du limaçon, alors la cheville de la crémaillere viendra poſer contre l'entaille 1 ; ainſi après que les heures ſeront ſonnées, la crémaillere avancera encore & fera ſonner un quart, & ainſi du reſte.

544. Le limaçon des quarts porte 4 chevilles qui ſervent à faire mouvoir la détente *à fouet p q*, pour faire ſonner les heures & les quarts : cette détente eſt briſée dans ſon centre *z*, afin que lorſqu'une des chevilles du limaçon abandonne une cheville du bras *p* de cette détente, celui *q* parcoure un grand eſpace, qui en écartant le cliquet *M* au moyen de la cheville *r*, contre laquelle le *fouet q* agira, donne le temps à la crémaillere de deſ-

cendre ſûrement : lorſque le contre-coup de cette piece a produit ſon effet, c'eſt-à-dire, que le bras *q* a parcouru un eſpace qui a conſumé toute ſa force de mouvement, le petit reſſort que ce bras porte ſert à la ramener.

545. Pour que la piece ne ſonne que les quarts ſeulement à chaque quart, la crémaillere porte une cheville qui vient s'arrêter contre le talons d'une piece *s t V*, en ſorte qu'elle ne deſcend que de ce qu'il faut pour les quarts, & pour dégager la piece des quarts *l m o*; mais lorſque l'heure doit ſonner, une cheville de la piece des quarts, laquelle eſt plus écartée du centre du limaçon, (ou, ce qui vaut mieux, un bras particulier) agit en *t* de la piece *t s*, & l'écarte de maniere que la cheville de la crémaillere paſſe à côté du talon *s*, & que la crémaillere va poſer ſur le limaçon des heures.

546. La même choſe arrive à peu près quand on veut faire répéter cette Montre en pouſſant le pouſſoir; le bras *I* du levier *DE* agit ſur le bras V de la piece *s t*, ce qui écarte le talon *s*, enſorte que la cheville de la crémaillere paſſe à côté.

547. Lorſque la crémaillere *B* deſcend ſur le limaçon, les dents de la crémaillere *A* font rétrograder les petites levées *b*, *c*, de la même maniere que le fait la piece des quarts d'une répétition ordinaire (187).

548. Si l'on veut que cette Montre ſonne les heures & les quarts à chaque quart, il faut attacher à la fauſſe plaque un bras qui écarte la piece *V t s*, pour que le talon *s* laiſſe deſcendre la cheville de la crémaillere.

549. Les palettes de la piece *d* doivent être formées par des courbes, afin que l'action du rouage ſur les crémailleres ſoit plus uniforme.

CHAPITRE XXXI.

Des ſoins d'exécution & de conſtruction d'une Montre.

550. S'IL me falloit entrer ici dans tous les détails de conſtruction & d'exécution d'une Montre, cela me conduiroit trop loin; car cette machine demande des ſoins & des attentions ſans nombre, qu'on ne peut négliger impunément : mais comme j'ai déja paſſé les bornes que je m'étois propoſées pour cet Eſſai, je ne m'arrêterai qu'aux choſes les plus eſſentielles. D'ailleurs les principes que nous établirons dans la ſeconde Partie de cet Ouvrage, & les expériences qui les ſuivent, ſeront, je crois, ſuffiſants, & ſuppléront à tous ces détails.

Du Régulateur.

551. Le balancier étant le régulateur de la Montre; & la juſteſſe de cette machine dépendant ſinguliérement du balancier, c'eſt par cette piece qu'il faut commencer à établir la nature d'une Montre.

552. Le balancier d'une Montre doit être fort léger du centre : pour cet effet, il faut que les barrettes & le centre ayent le moins de largeur qu'il eſt poſſible : la virole du balancier doit être très-petite & légere; par ce moyen on donne toute l'inertie poſſible à l'anneau qui fait proprement le balancier, & en même temps les pivots ne ſont chargés que d'un poids léger, d'où il réſulte le moindre frottement, par conſéquent la moindre altération dans les mouvements : il faut ôter les angles des barrettes & les arrondir, afin que les ſaletés ne puiſſent s'y arrêter.

553. Le balancier étant fort grand, ayant d'ailleurs une

peſanteur proportionnée aux parties frottantes des pivots, il en réſultera une moindre uſure pour les trous & moins de variations.

554. Si l'on fait un balancier qui ſoit peſant, il faut que les pivots ſoient plus longs ſans être plus gros, & qu'ils portent exactement ſur toute leur longueur dans leurs trous, de maniere que les parties de la peſanteur du balancier ſe trouvent diviſées ſur la longueur des pivots ; car dans ce cas la peſanteur étant portée ſur une plus grande longueur, chaque partie du pivot ſera preſſée par une moindre quantité, d'où il réſultera une moindre deſtruction : ſi donc on rend le balancier plus léger de la moitié, on peut raccourcir de moitié les pivots, ſans qu'ils ayent ni plus ni moins de frottements qu'auparavant.

555. Si l'on peut ainſi augmenter la longueur des pivots, & diminuer par ce moyen la deſtruction des pivots & des trous, on ne peut pas de même augmenter impunément leur diametre ou groſſeur ; car c'eſt en augmentant la groſſeur d'un pivot, (la peſanteur du balancier reſtant la même) qu'on augmente les frottements qui ſont exprimés par l'eſpace qu'ils parcourent & par les poids qui les preſſent : la longueur des pivots diminue l'effet du frottement, puiſque, comme je l'ai dit, la peſanteur eſt diſtribuée entre pluſieurs parties ; ainſi les parties de matiere ou *éminences* qui forment la ſurface du pivot, pénetrent moins dans les pores du trou : il ſuit donc de cette obſervation, 1°, que la longueur des pivots doit être proportionnée au poids du balancier ; 2°, que ſi l'on fait des pivots très-petits & plus longs, leur frottement produira moins d'uſure ſur les trous ; 3°, que ſi l'on ôte du poids du balancier, on pourra ôter de la longueur des pivots ſans changer la nature du frottement ; 4°, qu'enfin ſi l'on diminue la peſanteur du balancier ſans toucher à la longueur des pivots, les pivots auront un moindre frottement, ils changeront moins par l'action du balancier.

* * *

Obſervation ſur le Balancier d'une Montre, ou ſur la main-d'œuvre de ce Régulateur.

556. Le *Faiſeur de mouvement en blanc* ne doit pas finir le balancier d'une Montre ; c'eſt l'ouvrage du *Finiſſeur*. L'Ouvrier en blanc ne doit faire que l'ébaucher & le laiſſer plus peſant, afin que le Finiſſeur ait dequoi l'achever avec ſoin : celui-ci doit commencer par lui donner au tour, une épaiſſeur parfaitement égale, en ſorte qu'il ne reſte plus qu'à effacer les traits du tour & à le polir : le bord extérieur doit être arrondi, ainſi que celui du dedans : il faut que le *champ* du balancier forme comme une eſpece d'anneau, de cette maniere il éprouvera une moindre réſiſtance de l'air. Le balancier ainſi fait avec ſoin & tourné bien droit & rond, eſt naturellement d'équilibre, en ſorte que lorſqu'il eſt *arbré*, il ne faut qu'ôter un peu de matiere du côté oppoſé à la cheville de renverſement : il ne faut pas faire une entaille oppoſée à la cheville, avec une lime à feuille de ſauge, ainſi que quelques Ouvriers maladroits le pratiquent, lorſqu'ils ſont obligés d'ôter beaucoup de matiere, à cauſe de l'inégalité d'épaiſſeur & du peu de rondeur du balancier : quand le balancier eſt trop peſant, ils ôtent de la matiere en formant en deſſous un talus qui augmente la ſurface du balancier. La meilleure méthode dans ce cas eſt d'en retrécir le champ tout autour & également, en ſorte qu'il ſe forme toujours en anneau : au reſte, pour ne point faire un balancier en tâtonant ſa peſanteur, on ſe ſervira des regles & calculs que j'ai donnés dans la ſeconde Partie de cet Ouvrage.

557. Quand à la matiere que l'on doit employer pour faire les balanciers, il eſt évident que celle-là eſt préférable, dont la peſanteur ſpécifique eſt plus grande, c'eſt-à-dire, qui ſous le même volume contient une plus grande quantité de matiere ; car par ce moyen le balancier éprouvera une moindre réſiſtance de l'air : or on ſait que la peſanteur ſpécifique de l'acier eſt 7, 738 ; celle du cuivre 8, 784 ; de l'or 18, 166 : d'où l'on

voit que le cuivre eſt préférable à l'acier, & l'or au cuivre; puiſque ſous le même volume il contient plus du double de matiere. L'acier eſt donc le métal le moins propre à faire un balancier, par la raiſon qu'il eſt plus léger. Il y a encore une préférence à donner à l'or ou au cuivre; c'eſt que ces métaux ne ſont pas ſuſceptibles de l'action du magnétiſme comme l'acier, action ſeule capable de troubler les oſcillations du balancier, & par conſéquent la juſteſſe de la Montre : enfin l'or eſt préférable au cuivre, parce qu'il n'eſt pas ſujet à la rouille ou au verd de gris; d'ailleurs l'or ſe dilate moins que le cuivre; il eſt vrai qu'il ſe dilate plus que l'acier, comme nous le ferons voir; mais cette différence ne vaut pas la peine d'être miſe en ligne de compte, & d'autant moins, que le retard que pourroit cauſer l'effet de la dilatation du balancier peut être compenſé de la même maniere que je l'ai expliqué pour le ſpiral : (*Voyez ſeconde Partie, Chap. XXX*). On peut donc employer l'or avec ſuccès pour faire des balanciers : par ce moyen on détruira en partie l'effet de la réſiſtance de l'air, du magnétiſme, de la rouille, &c; mais il faut prendre de l'or allié avec le cuivre rouge, afin qu'il puiſſe être bien durci au marteau, pour éviter que le balancier ne ſe courbe facilement : l'or que j'employe pour mes balanciers, eſt au titre de 18 carats.

De l'Echappement.

558. Nous ferons voir (*ſeconde Partie*), que plus un balancier décrit de grands arcs, plus il eſt propre à ſervir de régulateur : en effet, une Montre doit avoir une plus grande juſteſſe lorſque les vibrations du balancier ſont moins interrompues par le mouvement du tranſport : or on conçoit que plus ces vibrations ſe font avec vîteſſe, moins elles doivent ſe reſſentir de ce mouvement. Il faut donc faire les échappements de maniere que les arcs décrits par le balancier ſoient grands & toujours de la même étendue. Pour cet effet, il faut réduire à la plus petite quantité poſſible les frottements de l'échappement; il faut que les dents des roues d'échappement

ſoient le moins diſtantes qu'il eſt poſſible entr'elles, afin qu'il y ait une moindre traînée ſur la piece d'échappement, c'eſt-à-dire, ſur le cylindre dans l'échappement à repos, ou ſur la verge dans celui qui eſt à roue de rencontre ; puiſque la largeur des palettes & le diametre du cylindre dépendent de la diſtance des dents des roues d'échappement.

Remarques ſur les Echappements de Montre à Roue de rencontre.

559. Nous ferons voir dans la ſeconde Partie, par le raiſonnement & l'expérience, que l'iſochroniſme des vibrations d'un régulateur dépend d'une certaine quantité de recul de l'échappement, relative à l'eſpace parcouru par la roue ; d'où il ſuit qu'il eſt poſſible de faire un échappement à roue de rencontre, qui ſoit ſenſiblement iſochrone ; car ſi l'on fait approcher les dents de la roue fort près du centre de la verge, on pourra le faire juſqu'à ce qu'on trouve un point, où le recul de la roue étant très-petit aura ce rapport donné avec le chemin de la roue ; les oſcillations du balancier ſeront donc iſochrones.

560. L'échappement à roue de rencontre rendu iſochrone ne peut être employé en Pendule à cauſe des grands arcs qu'il exige.

561. Pour former l'échappement à roue de rencontre, en ſorte que la roue paſſe très-près du centre du balancier, il faudroit entailler les palettes, comme on le fait aux Pendules : on pourroit les rendre également ſolides en y ménageant de l'épaiſſeur.

562. Pour empêcher les renverſements ou battements de cet échappement, il faut ouvrir les palettes au-delà de l'équerre, c'eſt-à-dire, à environ 100 degrés.

563. Il faut avoir attention que les palettes ſoient parfaitement de même largeur ; que l'axe de la roue de rencontre ſoit perpendiculaire à l'axe de la verge.

564. Si l'on laiſſe les dents de la roue de rencontre trop for-

tes ou peu dégagées, les palettes ſont ſujettes à y frotter ; pour remédier à cet inconvénient, on eſt obligé de donner trop de chûte à la roue ; défaut qu'il faut avoir grand ſoin d'éviter.

565. Il faut obſerver que les Montres à roue de rencontre & à vibrations lentes ſont très défectueuſes, par la raiſon que le balancier étant alors peſant, & ayant par conſéquent beaucoup d'inertie, le mouvement du porter les rend ſujettes aux battements ; car ces ſortes d'échappements ne peuvent faire décrire au balancier qu'environ 240 ^{d}. Or l'arc de vibration de la Montre ne differe que peu de 240 ^{d}, en ſorte que la moindre ſecouſſe fait battre la cheville de renverſement contre la couliſſe : défaut que n'ont pas les Montres dont les vibrations ſont promptes & les balanciers légers : on doit leur faire battre environ 17000 vibrations par heure.

566. Nous obſerverons ici qu'il faut faire les roues de roſette les plus grandes qu'il eſt poſſible, afin que le rateau faſſe un plus grand chemin, & que lorſque les huiles ſont devenues épaiſſes, on ne ſoit pas obligé de raccourcir le ſpiral, mais qu'on puiſſe aſſez avancer l'aiguille de roſette pour régler la Montre : il faut auſſi employer des reſſorts ſpiraux qui faſſent pluſieurs tours, afin qu'un degré parcouru par l'aiguille de roſette ne faſſe pas avancer ou retarder trop ſenſiblement la Montre. Les deſſus de Montres angloiſes ſont préférables aux nôtres par cette raiſon ; la roue de roſette pouvant faire pluſieurs tours, le rateau peut faire un grand chemin, ce qui réunit deux avantages ; 1°, d'avoir un ſpiral plus long ; 2°, le chemin que fait le rateau eſt plus que ſuffiſant pour régler la Montre dans tous les temps, ſans être obligé de toucher au piton & de raccourcir le ſpiral. On réunira ces deux avantages dans nos deſſus de Montres, en employant une grande roue de roſette & un long ſpiral.

567. Si le coq d'échappement d'une Montre eſt trop mince, la chaleur & le froid pourront le dilater & le contracter, de ſorte qu'il donnera trop ou trop peu de jeu au balancier, ſur-tout ſi ce coq a été mal battu : cet effet ſera donc va-

rier la Montre. Les pieces trop juſtes en cage ſont expoſées au même défaut : on ne peut donc avoir trop d'attention pour rendre toutes les pieces ſtables, & de donner le jeu convenables aux roues & aux balanciers ; enſorte que malgré la variation continuelle de la matiere, la juſteſſe de la machine ne change pas ſenſiblement.

Du Rouage de la Montre.

568. La perfection d'un rouage conſiſte dans l'exactitude des dents des roues & pignons, qui doivent être tels que dans tous les points où ces roues & pignons ſe touchent, le moteur agiſſe avec une égale puiſſance ſur le régulateur. La perfection du rouage conſiſte encore à perfectionner & à proportionner les diametres des roues & leurs peſanteurs à la groſſeur des pivots, à l'effort du moteur & au temps de la marche de la Montre.

569. Pour parvenir à remplir ces conditions, il faut, 1°, pour que l'engrenage ſoit bon & que les inégalités des courbes des dents ne puiſſent devenir ſenſibles ; il faut, dis-je, faire un pignon du plus grand nombre de dents poſſible : alors la menée ſe fera comme ſi la roue entraînoit le pignon par un ſimple attouchement. Pour ne pas augmenter les diametres des roues, en multipliant les dents des pignons, il faut augmenter le nombre des dents des roues ; car ſi petites qu'elles ſoient, leur force ſera toujours ſuffiſante pour l'effet qu'elles reçoivent du moteur ; d'ailleurs en devenant plus petites, elles deviennent plus courtes.

570. 2°. Il faut faire les roues les plus légeres qu'il eſt poſſible, ſans ôter cependant de leur ſolidité ; par ce moyen il en réſulte un moindre frottement ſur les pivots.

571. 3°. Il faut proportionner la groſſeur des pivots à la peſanteur des roues & à l'action qui les fait tourner ; ainſi les pivots de la grande roue moyenne étant immédiatement preſſés par le moteur, ces pivots doivent être plus longs & d'un plus grand diametre que les autres ; ils doivent diminuer en groſſeur

& en longueur, à proportion de la force qui les mene ; ainſi la force tranſmiſe ſur les ailes du pignon de la roue d'échappement étant très-petite, ſes pivots doivent être à proportion moins gros & plus courts : c'eſt une ſuite de la remarque ſur le balancier.

572. L'engrenage de la roue de champ avec le pignon de rencontre exige beaucoup de ſoins ; il faut ſur-tout avoir attention que la roue de champ n'ait pas de jeu en hauteur ; car ſi elle en avoit, l'engrenage ſeroit fort ou foible, ſelon que cette roue s'approcheroit de l'une ou l'autre platine : il faut par les mêmes raiſons que cette roue ſoit forte, pour qu'elle ne puiſſe ſe courber ; car alors l'engrenage ſeroit alternativement fort ou foible.

573. Lorſqu'on diſpoſe le calibre d'une Montre, il faut avoir grand ſoin qu'il n'y ait aucune piece qui paſſe deſſus les trous des pivots, ſans quoi cette piece attireroit toute l'huile contenue dans le réſervoir, ce qui cauſeroit des frottements ; des pivots qui ſe rongent, &c. Il faut, par la même raiſon, que les roues & pignons ſoient un peu éloignés des pivots, c'eſt-à-dire, qu'il faut conſerver, depuis le pignon juſqu'à la platine, un bout d'axe qu'on appelle *Tigeron*, qui empêche l'huile du pivot de s'extravaſer pour aller dans le pignon.

574. Quant aux ponts & barrettes qui ſervent à donner des tigerons, je conviens qu'ils ſont d'un bon uſage lorſqu'ils ſont parfaitement bien ajuſtés ; mais comme le nombre des Ouvriers ſoigneux & délicats dans les ajuſtements eſt très-rare, je conſeille de ſupprimer, autant qu'il eſt poſſible, les pieces de rapport, & de s'en tenir aux ſimples platines : elles ſont plus ſolides & plus faciles ; & pour conſerver des tigerons, il ne faut que donner plus de hauteur à la cage.

575. Les contre-potences ſont rarement bien faites, ainſi je préfere encore un ſimple piton.

576. Le garde-chaîne (*Planche VII*, *fig.* 1), qu'on appelle *à Plot*, eſt préférable à celui à ſimple reſſort G (*Planche X*, *fig.* 4).

Du

Du Moteur de la Montre.

577. Enfin il faut que le moteur ou reſſort agiſſe toujours également ſur le rouage, & que la force qu'il tranſmet au régulateur ſoit toujours la même, ſans quoi celui-ci fera des vibrations inégales en durée, ſelon l'inégalité de la force qui le meut: pour y parvenir, il faut que la fuſée ſoit parfaitement égaliſée avec le reſſort (450).

CHAPITRE XXXII.

Des cauſes qui font arrêter ou varier une Montre; avec la maniere de les reconnoître & d'y remédier.

578. LA théorie que nous donnerons ſur les Montres (*ſeconde Partie*) concerne particulierement la diſpoſition la plus favorable qu'on puiſſe leur donner lorſqu'on les conſtruit. Nous avons été obligés d'omettre pluſieurs circonſtances particulieres de pratique, dont la connoiſſance eſt cependant fort importante: nous allons en expoſer ici quelques-unes ſur les cauſes de l'arrêt des Montres. Nous n'entreprendrons cependant pas de parcourir ici toutes les attentions qu'il faut mettre en uſage; les détails en ſont infinis & nous entraîneroient trop loin; il faut d'ailleurs ſuppoſer de l'intelligence dans l'Artiſte, ſans cela toutes les regles qu'on peut lui propoſer ſeroient inutiles.

579. Comme la puiſſance qui tend à faire mouvoir une Montre eſt extrêmement petite, il ne faut pas s'étonner s'il faut ſi peu de choſe pour arrêter cette machine. Ainſi pour faire la recherche des cauſes d'*arrêt* d'une Montre, il faut y

apporter beaucoup d'attention, & s'être formé précédemment une idée de ſa conſtruction & des principes de ſes mouvements.

580. Si l'action du moteur ou reſſort d'une Montre eſt foible, & que la Montre étant dans un état de liberté, le moteur ne domine pas ſur le régulateur ; il arrivera, lorſque les huiles commenceront à s'épaiſſir & les trous des pivots à ſe remplir de ſaletés, que le reſſort ayant perdu lui-même de ſa force, & qu'éprouvant une plus grande réſiſtance de la part du rouage, il arrivera, dis-je, que la Montre s'arrêtera, la force motrice venant par-là à faire équilibre avec le régulateur ; cela arrivera ſur-tout lorſque la Montre ſera portée (153).

581. Une Montre s'arrête lorſqu'elle eſt ſale & que les huiles ſont épaiſſies ; lorſque les engrenages ſont mal-faits ; que les trous des pivots ſont trop juſtes ; que les aiguilles ſont mal ajuſtées & ſe touchent, ou qu'elles frottent contre le cadran ou contre le cryſtal.

582. Lorſque deux roues du mouvement ſont trop près l'une de l'autre ; lorſqu'elles ſe touchent ou qu'elles frottent ſur quelque piece ; lorſque le balancier s'approche trop près & touche ſoit au coq ſoit à la couliſſerie ; que la cheville du balancier, qui empêche le renverſement des palettes (dans l'échappement à roue de rencontre) eſt trop courte, & qu'elle paſſe par-deſſus la couliſſerie ; lorſque la couliſſerie elle-même eſt trop courte, & que dans ce cas le balancier a fait un plus grand chemin qu'il ne devoit, une des palettes s'étant pour lors engagée avec la dent de la roue de rencontre ; la Montre s'arrête.

583. Il arrive auſſi que l'échappement étant trop juſte, l'extrémité ou l'angle des palettes reſte ſur la pointe d'une dent de la roue de rencontre.

584. Une Montre s'arrête par le trop de peſanteur du balancier ; mais en général, c'eſt moins par la peſanteur du cercle, que par le trop de peſanteur des barrettes & du milieu, dont la preſſion inutile ſur les pivots cauſe ces frottements conſidérables, & exige un ſpiral trop fort ; de ſorte que cette

réſiſtance fait équilibre avec la force motrice, ce qui fait arrêter la Montre : pour y remédier, il faut dégager le milieu du balancier, de même que les barrettes.

585. Voilà bien une petite partie des cauſes qui font arrêter les Montres ; mais il ne ſuffit pas de les indiquer, il faut découvrir quelle eſt la cauſe qui fait arrêter la Montre ; & ſans attendre (comme font certains Horlogers) qu'une Montre s'arrête une ſeconde fois, pour juger de la cauſe qui l'a pu faire arrêter d'abord, il faut la chercher comme nous allons l'expliquer.

586. La premiere choſe qu'il faut faire, lorſqu'une Montre s'eſt arrêtée, c'eſt de voir, avant d'ouvrir le mouvement, ſi les aiguilles ne ſe touchent pas ; ſi celle des minutes ne touche point au cryſtal ; & ſi celle des heures, étant trop longue, ne touche point au quarré de la fuſée.

587. Il faut, après avoir examiné les aiguilles, les démonter ; & on verra ſi la roue de cadran n'a pas trop de jeu en hauteur, & ſi dans certaine poſition elle ne déſengrene point du pignon qui la mene ; enſuite on levera le cadran & on verra ſi la roue de renvoi ne peut pas avoir trop de jeu ſous le cadran pour déſengréner de la chauſſée. On examinera les engrenages de ces roues de cadrans ; ſi le pignon de chauſſée ne touche point à la platine, ce qui cauſeroit un frottement nuiſible ; ſi les roues de cadrans ne ſe frottent point. On verra ſi la chauſſée tient bien à frottement doux ſur ſa tige, ſinon on la fendra, comme on l'a vu (190) ; & au moyen de l'outil dont nous avons parlé (481), on ſerrera la chauſſée pour produire ce frottement : il y a des Ouvriers qui ne font qu'entailler la chauſſée d'un côté, mais cela ne vaut rien ; elle doit être entaillée des deux & fendue, comme on le voit *Planche IX*, *fig.* 4.

588. Ayant ouvert le mouvement, il faut bien examiner ſi les roues ne ſe touchent point, ſi le balancier n'approche pas trop près ou de la couliſſerie ou du coq, & ne frotte nulle part ; obſerver ſi les palettes du balancier ne ſont point renverſées ; ſi la cheville du renverſement ne paſſe point ſur

la couliſſerie ; ſi le balancier eſt libre, ce qu'il eſt aiſé de voir en donnant un léger mouvement à la Montre en la faiſant tourner : ſi en donnant ce mouvement, le balancier ſe meut, on pourra juger qu'il n'y a point de renverſement du balancier, ni que la cheville n'a pas paſſé ſur la couliſſerie ; ainſi l'arrêt vient de l'intérieur du mouvement : ayant donné ce mouvement à la Montre, ſi pour lors elle reprend ſes vibrations & marche, ce ſera une marque, ou que les palettes accrochent ſur l'extrémité des dents de la roue, ou bien ce ſera une preuve du peu de liberté des roues, du mouvement, ou de la foibleſſe du reſſort ; alors pour s'en convaincre il faut *démonter* le mouvement de la Montre, & en faire l'examen.

589. Pour démonter le mouvement d'une Montre, on commencera (après l'avoir ôté de la boîte) par arrêter le rouage au moyen d'un *crin de broſſe* ou d'un morceau de papier ; on ôtera enſuite les vis du coq ; on levera le balancier : pour cet effet, on ôtera le piton qui attache le ſpiral à la platine ; enſuite il faut retirer le *crin* ou papier qui arrête le rouage, qu'on laiſſera *courir* juſqu'à ce que la chaîne ſoit développée de deſſus la fuſée ; on démontera la couliſſerie ; on prendra une clef ou quarré de vis ſans fin, avec laquelle on tournera la vis ſans fin pour ôter la bande du reſſort ; & pour qu'en raſſemblant les pieces de la Montre, pour la faire marcher après l'avoir *raccommodée*, on donne à ce reſſort le même degré de tenſion (474), on verra la quantité dont l'arbre du barillet tourne ; ôtant enſuite les goupilles qui aſſemblent les deux platines, on démontera le rouage, dont on fera l'examen comme il ſuit.

590. Il faut revoir chaque engrenage, pour s'aſſurer qu'il n'y a ni accottement ni pignon trop petit : pour en juger, il faut faire tourner la roue & ſentir ſi elle fait mouvoir uniformément le pignon ; s'il n'y pas plus de réſiſtance en un point de la roue qu'en un autre : pour mieux encore juger de la nature d'un engrenage, il faut voir la *menée* de la roue ; & pour cela il faut faire des trous aux platines à côté des tiges, & directement au-deſſus de l'engrenage.

591. Ayant examiné les engrenages, il faut mettre chaque roue dans la cage, obſerver ſi les trous ne ſont point trop juſtes, & laiſſent à la roue la liberté de tourner; ayant ſoin premierement de nettoyer les trous; voir ſi ces trous ne ſont pas trop grands, de façon que l'engrenage change, & que la roue n'eſt plus droite en cage.

592. Il faut obſerver le jeu de chaque roue dans la cage; & ſi, étant entraînée d'un côté, elle ne peut toucher à aucune piece, & les voir ainſi l'une avec l'autre, enſemble & ſéparément.

593. Il peut arriver que les roues ne ſoient pas bien rondes, & que dans certains moments l'engrenage eſt bon, enſuite trop fort, & enfin devient foible. On peut juger de ce défaut eſſentiel en mettant les roues ſur le tour, & en préſentant une pointe qui ne puiſſe que toucher les dents ſans les couper; comme, par exemple, une pointe de cuivre émouſſée: mais avant de faire cette épreuve, on peut voir ſi une roue eſt ronde en faiſant l'examen de l'engrenage; en regardant la nature de l'engrenage à chaque partie de la révolution de la roue, il eſt aiſé d'en juger; car ſi la roue n'eſt pas ronde, l'engrenage ſera alternativement fort & foible: on obſervera auſſi les groſſeurs des pignons, leur rondeur, &c.

594. Dans les Montres à roue de rencontre, il faut faire beaucoup d'attention au jeu de la roue de champ, & qu'elle tourne rond & droit (572).

595. Il faut examiner le reſſort, pour ſavoir s'il ſe développe bien & ſans frotter au fond ou au couvercle du barillet, en ôtant le couvercle du barillet & bandant le reſſort; & examiner ſi les lames ne ſe frottent pas; voir ſi la fuſée eſt égaliſée avec ſon reſſort: ſi cela n'eſt pas, on employera les méthodes que nous avons données (art. 467 & ſuivants).

REMARQUE.

596. Lorſque le reſſort d'une Montre vient à caſſer, il eſt très-eſſentiel d'en remettre un qui ait la force convenable & re-

lative à la peſanteur du balancier, à l'étendue des arcs de levée, &c. Nous donnerons, dans la ſeconde Partie, les moyens de refaire un reſſort de la force convenable à la Montre. Voici une méthode que l'on peut employer lorſque la Montre eſt bien diſpoſée & qu'elle va avec juſteſſe : avant de démonter une telle Montre dont le reſſort eſt caſſé, il faut remarquer le degré de la roſette auquel l'aiguille eſt actuellement, & remettre un reſſort qui ſoit tel que la Montre ſoit réglée, l'aiguille reſtant au même point : par ce moyen on ſera aſſuré que ſa force eſt la même que celle du reſſort qui a été caſſé.

597. En continuant la recherche des cauſes de l'arrêt d'une Montre, il faut voir le jeu de l'arbre de barillet, s'aſſûrer que le barillet tourne librement, & que les trous ne ſont pas trop grands, de ſorte que le reſſort étant monté la chaîne en tirant le barillet ſur un côté, lui donne du revers, & le faſſe frotter aux platines ou aux roues ; avoir attention à mettre des barrettes au reſſort, pour que, lorſqu'on le monte, il ne fléchiſſe à l'endroit où l'œil eſt formé, ce qui cauſeroit du frottement aux ſpires.

598. Obſerver que la *goutte* de la roue de fuſée entre bien à force, pour qu'elle ne ſe lâche pas, & que la roue qu'elle retient ne puiſſe aller frotter contre les autres roues.

599. Par rapport au jeu des pivots des roues, il faut avoir attention à le donner, de ſorte qu'il y ait de la place pour l'huile lorſqu'elle s'épaiſſit.

600. Si le barillet ou ſa chaîne ne frotte point à la boîte lorſque le mouvement eſt fermé ; ſi aucune roue ne touche à la boîte.

601. Si les roues ne ſont pas trop peſantes, lors ſur-tout que ce ſont des roues d'échappement ; ſi les pivots de balanciers ne ſont pas trop gros & les trous trop minces ; s'ils n'ont pas trop de jeu en hauteur, en ſorte que les portées des pivots touchent au talon de potence ou au coqueret, ce qui eſt un très-grand défaut ; ſi les pivots ſont ronds & d'acier pur, ſans fente ni paille.

602. Si le jeu des pivots de balancier en hauteur ne fait

pas paſſer la cheville de renverſement ſur la couliſſe, ce qui fait arrêter la montre, ou fait courir le rouage & eſtropie les dents de la roue de rencontre.

603. Si l'échappement n'a pas trop de chûte, ce qui fait perdre la force & tend à creuſer les palettes; s'il n'eſt pas trop juſte, de maniere que les dents de la roue d'échappement accrochent ſur l'angle des palettes; ſi les chûtes ſont égales; ſi les pivots de balancier ne ſont pas trop juſtes dans leurs trous, en ſorte que l'huile épaiſſie en gêne le mouvement; s'ils ne ſont pas trop grands, en ſorte que l'échappement étant alternativement fort ou foible, ſelon la poſition de la Montre, celle-ci varie.

604. Si le balancier eſt bien d'équilibre; s'il tourne bien droit & ne peut toucher au coq ou à la couliſſe, dans quelle poſition que ſoit la Montre.

605. Si le mouvement étant mis dans la boîte, le coq ou coqueret ne touche pas au fond de la boîte, de ſorte que le balancier en ſoit gêné.

606. Si le ſpiral eſt bien poſé & plié, en ſorte qu'en faiſant mouvoir le rateau, il n'écarte en aucune façon le ſpiral, mais que celui-ci ſuive le chemin qu'on lui a tracé.

607. Si le ſpiral ſe meut dans le même plan; ſi, lorſqu'on a levé le coq & la Montre étant poſée horizontalement ſur la *main*, le ſpiral ne fait pas pancher le balancier de côté ou d'autre, défaut eſſentiel; car ce reſſort preſſant ainſi le balancier, il augmente le frottement ſur les pivots.

608. Si les renverſements du balancier ſont bien faits, en ſorte que, 1°, la couliſſe n'étant pas aſſez limée, le balancier ne puiſſe décrire d'auſſi grands arcs qu'il eſt poſſible, ſans que la cheville de renverſement batte à la couliſſe, ou ſi, 2°, la couliſſe étant trop limée, le renverſement ne fait pas arrêter la dent de la roue de rencontre ſur l'extrémité de la palette, & arrêter la montre; enfin ſi la cheville de renverſement ne touche point aux barrettes poſées ſur la platine, ou bien au bout du rateau.

609. Une Montre ainſi examinée & réparée, il faut nettoyer les trous des pivots & les pivots, pour en raſſembler

les pieces ([a]) & la voir marcher avec le balancier ſans ſpiral, (lorſque c'eſt une Montre à roue de rencontre). Si alors l'aiguille des minutes marque plus de 27 minutes par heure, c'eſt-à-dire, ſi à chaque heure la Montre retarde moins de 33 minutes, il faut, ou refaire un balancier, ou bien forcer l'échappement, afin de faire décrire de plus grands arcs au balancier : ſi elle marque moins de 25 minutes par heure, il faut diminuer le balancier.

610. On appelle cette opération *faire tirer le balancier pour le mettre de peſanteur :* ainſi dans cet exemple, il faut que le balancier tire 25 minutes par heure, c'eſt-à-dire, que ſans ſpiral il doit retarder de 35 minutes par heure. Une attention qu'il faut avoir en raſſemblant toutes les pieces d'une Montre à roue de rencontre, c'eſt que la roue de rencontre ſoit bien libre, juſte & ſans jeu, afin que l'échappement ſoit à ſon vrai point ; car ſi l'on n'approche pas aſſez la contre-potence (ou le piton), l'échappement aura plus de chute qu'il ne doit, en ſorte que non-ſeulement la Montre avancera, mais auſſi qu'elle variera ; puiſque dans ce cas le régulateur ne ſera plus en rapport convenable avec le moteur, choſe très-eſſentielle, comme nous le ferons voir dans la ſeconde Partie.

611. Dans les Montres à cylindre on fera uſage des mêmes remarques ; quant aux rouages, pivots, &c, il n'y aura de différence que dans l'examen de l'échappement.

612. On verra ſi la roue de cylindre n'eſt point trop près ou trop éloignée du cylindre (412) ; s'il eſt trop ou trop peu entaillé (414) ; ſi les levées ſe font ſans frottement ; c'eſt-à-dire, ſi les tranches du cylindre n'ont point d'angles qui déchirent les dents de la roue ; ſi le cylindre eſt bien de groſſeur (410 & 411) ; s'il n'eſt pas trop épais ; ſi le cylindre n'eſt point creuſé.

613. Si la cheville de renverſement du balancier s'arrête ſur

---

[a] Lorſqu'on raſſemble ainſi les pieces d'une Montre ; on appelle cela ſimplement *remonter le mouvement :* opération qu'il ne faut pas confondre avec celle de remonter le reſſort ou moteur, pour le mettre en action ; on appelle cela remonter la Montre : lorſqu'on parle de *démonter le mouvement*, on entend toujours que l'on déſaſſemble les pieces de la machine.

ſur le repaire fait à la platine, en ſorte que la levée de l'échappement puiſſe ſe faire, c'eſt-à-dire, que le cylindre préſente une des tranches à la pointe de la dent, pour que celle-ci puiſſe l'écarter également des deux côtés (413).

614. On raſſemblera toutes les pieces de la Montre, & on verra ſi le balancier ne décrit pas de trop grands arcs au-deſſus de ceux de levée, ce qui prouveroit que le balancier eſt trop léger. La regle que l'on peut à peu près ſuivre, eſt de faire que l'arc total parcouru par le balancier ſoit trois fois plus grand que ceux de levée; c'eſt-à-dire, que ſi la levée d'échappement eſt de quarante degrés, le balancier mû par le rouage devra décrire 120 degrés à peu près : au reſte cela doit varier, comme nous l'expliquerons ſeconde Partie.

REMARQUES.

615. L'étendue des arcs ne prouve pas toujours la quantité de force motrice; car dans un échappement à cylindre, il pourroit fort bien arriver que quoique le balancier fût léger, il ne parcourût pas de grands arcs, ſoit à cauſe du frottement du cylindre qui ſeroit creuſé, ſoit que le balancier étant petit & léger, les pivots gros, la roue empêchât le cylindre de décrire de grands arcs; car, par cette ſuppoſition, l'impulſion de la roue ſeroit détruite par les frottements de l'échappement. On peut s'en aſſurer à la ſeule inſpection de la machine; mais pour le mieux voir, il faudroit meſurer la force du reſſort, calculer les vibrations, l'étendue des arcs, le poids du balancier, &c, afin de le comparer, comme nous l'expliquerons, ſeconde Partie.

616. Lorſque l'on a formé ou fait l'échappement à roue de rencontre, fixé la cheville de renverſement, & reculé la couliſſe de maniere que les dents de la roue de rencontre ne puiſſent échapper des palettes par un renverſement, & qu'enfin le balancier puiſſe parcourir le plus grand chemin poſſible, alors il faut marquer un point ſur la platine en deſſous du cercle du balancier, qui marque l'endroit où la cheville doit s'ar-

rêter, lorſqu'on a mis le ſpiral & que celui-ci eſt en repos ; & il faut que ce point ſoit tel que la levée de l'échappement tende également le ſpiral ; pour cet effet, on prendra un compas dont on poſera une pointe ſur un bout de la couliſſe, & on ouvrira l'autre jambe, de ſorte que la ſection qui ſe formera en traçant deux petits traits depuis chaque bout de la couliſſe, ſe trouve ſituée à l'extrémité du balancier ; cette ſection détermine le point ou *repaire* de la cheville de renverſement.

617. Ainſi toutes les fois qu'on touchera au ſpiral pour en changer la longueur, il faudra avoir attention de tourner la virole de maniere que la cheville de renverſement s'arrête à ſon repaire : en examinant une Montre, on verra ſi la virole de ſpiral eſt tournée convenablement pour remplir ces conditions, (d'arrêter la cheville à ſon repaire) : il eſt à propos de faire de pareils repaires aux Montres qui n'en ont pas ; cela eſt très-commode pour les mettre dans *leur échappement* & d'une maniere très-exacte.

618. Les Montres à cylindre exigent auſſi que l'on place à l'extrémité du balancier une cheville pour empêcher le renverſement du balancier ; mais comme cet échappement permet au balancier de parcourir preſque un tour entier ou 360 degrés, on ne ſe ſert pas de la couliſſe pour faire ce renverſement, mais d'une cheville que l'on fixe à la platine. La cheville attachée ſur le balancier ne doit pas ſe placer ſur ſon plan, mais à ſa circonférence dans l'epaiſſeur du balancier, afin de ne pas élever le balancier plus qu'il ne ſeroit beſoin ſans cela ; puiſqu'il faudroit que cette cheville paſſât ſur la couliſſe, afin de permettre au balancier de décrire ſes plus grands arcs, qui ſont, comme j'ai dit, de près de 360 degrés (402), ce qui eſt un avantage, d'où l'on voit qu'il ne reſteroit point de couliſſe : il faut donc que la cheville, placée ſur le plan du balancier, paſſe par-deſſus la couliſſe.

619. Lorſque cet échappement eſt mal diſpoſé, il arrive que la roue ne permet pas au balancier de faire un tour ; dans ce cas, il faut placer deux chevilles à la platine, diſtantes entr'elles de la quantité requiſe.

620. Il eſt très-eſſentiel que le ſpiral ſuive la courbure ou chemin parcouru par les chevilles du rateau; pour cela il faut avoir attention, en poſant la couliſſerie, de ne pas la placer concentriquement au balancier; mais qu'elle rentre un peu, ſelon la courbure du ſpiral, afin que le chemin parcouru par les chevilles du rateau ſuive exactement la ligne ſpirale: le piton du ſpiral doit être poſé ſur cette même ligne ſpirale; par ce moyen le bout du reſſort ſpiral, étant fixé au piton, paſſera librement entre les chevilles du rateau & ſans brider de maniere quelconque, lors même que l'on avancera ou reculera le rateau; parce que la portion de cercle qu'il décrira ſe confondra avec la portion correſpondante de la ſpirale que ſuit le reſſort.

621. Il faut placer les chevilles du rateau de maniere que le ſpiral paſſe juſte, entre ſans jeu ni gêne.

622. Lorſqu'on a percé les trous des chevilles ſur le rateau, il faut le marquer ſur la platine avec un forêt; pour cet effet il faut faire tourner l'aiguille de roſette & marquer des points à la platine de diſtance en diſtance; ces points ſerviront à déterminer la courbure du ſpiral, lequel devra paſſer entre ces points; ainſi quoique l'on faſſe mouvoir le rateau en avant ou en arriere, pour faire avancer ou retarder la Montre, le ſpiral ne ſera aucunement bridé par les goupilles du rateau.

623. Dans les Montres à répétition, il ne faut pas mettre d'huile aux canons des pieces de cadrature, (excepté à la grande poulie ſeulement); car lorſque l'huile s'épaiſſit, elle en empêche le jeu.

624. Il faut avoir grand ſoin qu'il ne puiſſe s'introduire de l'huile entre la ſurpriſe & le limaçon des quarts, ce qui arrive lorſqu'on en met trop aux pointes de l'étoile.

625. On peut éviter de mettre de l'huile aux dents de l'étoile, lorſqu'elle eſt faite de cuivre & le ſautoir d'acier, dans ce cas le frottement eſt doux.

626. Il eſt très-nuiſible que dans une Montre à échappement à roue de rencontre, l'huile ſe communique aux

palettes, leſquelles ſe creuſent, ce qui cauſe de grandes variations à la Montre; ſouvent l'huile ſe communique aux palettes lorſqu'on met le balancier en place; la palette d'en-bas paſſant auprès du trou de la roue de rencontre, prend l'huile dont ce trou eſt rempli; & les dents de la roue de rencontre agiſſant ſur cette palette emportent l'huile qui s'y arrête, y attirent les atômes, dont le broyement ronge la verge : pour prévenir cet effet, il ne faut pas percer en entier le trou du pivot de la roue de rencontre,mais le faire *foncé* (ou le recouvrir).

627. Il arrive auſſi que la palette d'en-bas étant trop près du pivot, l'huile qui eſt dans le trou de celui-ci ſe communique à la palette; dans ce cas il faut reculer la palette autant qu'il eſt poſſible, afin de ménager un *tigeron* qui éloigne l'huile de la palette.

628. C'eſt un très-grand défaut aux Montres à cylindre de ne pouvoir marcher ſans huile; car l'huile changeant continuellement de fluidité, les frottements varient ſelon cette mobilité de l'huile; & lorſque l'huile eſt coagulée, la Montre arrête.

629. C'eſt une très-mauvaiſe méthode que de ſouder les aſſiettes des verges du balancier à l'étain; elles ſont ſujettes à ſe déranger; il faut les ſouder comme les aſſiettes des pignons, avec de la ſoudure d'argent.

630. Lorſque l'on trempe les pignons, ils ſe courbent ordinairement; pour les redreſſer, les Ouvriers ſe ſervent d'un marteau tranchant, ce qui eſt une mauvaiſe méthode; car dès que les marques du marteau ſont enlevées, ils ſe recourbent de nouveau : il vaut beaucoup mieux redreſſer un pignon par les pointes que l'on lime & rejette de côté juſqu'à ce que le pignon ſoit droit.

631. Il faut employer du cuivre bien pur, net & battu, pour reboucher les trous des pivots; les pivots doivent être un peu faits en pointe, à peu près de la forme de *l'écariſſoir & alaiſoir*.

632. On pourroit eſſayer ſi, en faiſant rouler les pivots de balancier dans des trous faits avec du métal de timbre d'Angleterre, cela ne diminueroit pas le frottement.

633. Voilà en gros les ſoins d'exécution que l'on doit employer pour réparer les Montres : une partie de ces ſoins peuvent auſſi s'appliquer aux finiſſages ; ils ſont ici placés ſans ordre : je laiſſe le ſoin aux Ouvriers de les mettre en leurs places. Lorſqu'on a ainſi revu & examiné une Montre, il faut la nettoyer bien proprement avant d'en raſſembler toutes les parties.

CHAPITRE XXXIII.

Examen des cauſes qui font arrêter & varier les Pendules.

634. JE DIVISERAI ce Chapitre en deux Parties : la premiere traitera des cauſes qui font arrêter les Pendules ; la ſeconde, de celles qui les font varier.

PREMIERE PARTIE.

635. Une Pendule arrête, 1°, lorſque la force motrice n'eſt pas proportionnée à la grandeur des arcs de vibration que fait décrire l'échappement au Pendule ou lentille.

636. 2°, Lorſque les roues ſon grandes & peſantes, & que les frottements qu'elles cauſent ſur leurs pivots détruiſent une trop grande partie de la force motrice, qui devient trop petite, comme dans la premiere remarque.

637. 3°, Une Pendule arrête lorſque les engrenages ſont mal faits, & que la force motrice ſe perd par les chûtes, ou ſe détruit par les accotements, ou qu'un engrenage n'a pas aſſez de jeu.

638. 4°, Lorſque les pivots des dernieres roues ſont trop gros, & que les frottements qu'ils cauſent diminuent une trop grande partie de la force motrice.

639. 5°, Lorſque les pivots des roues ſont trop juſtes dans leurs trous, ſoit par les ſaletés ou l'épaiſſiſſement des huiles, ſoit par les trous de pivots qui ſont trop petits; dans l'un ou dans l'autre cas, la force motrice étant détruite, n'eſt plus aſſez grande pour entretenir la vibration du Pendule.

640. 6°, Lorſque les trous des pivots ſont trop grands, de maniere que les portées des pivots entrent ou creuſent ces trous, & cauſent des frottements conſidérables qui détruiſent la force motrice.

641. 7°. Une Pendule arrête, lorſque l'échappement eſt mal fait, lorſqu'il accroche, lorſqu'il eſt trop juſte, ou qu'ayant trop de chûte, toute la force de la roue n'eſt pas employée à le faire mouvoir; que les arcs de levée ſont inégaux; que la force de la roue ſe décompoſe, de maniere qu'une partie tend à mouvoir, & l'autre eſt détruite, ce qui arrive particuliérement dans les échappements à ancre mal faits. Il arrive que cette décompoſition de force de la roue ſur l'ancre cauſe des frottements, ce qui ôte le poli des parties, les déchire, &c; dès-lors la force eſt détruite & la Pendule arrête.

642. Je ne dois pas omettre une cauſe aſſez ſinguliere, qui fait arrêter une Pendule à poids, comme par exemple, une Pendule à ſecondes, dont les poids & la lentille ſont enfermés dans une boîte étroite, comme cela eſt aſſez ordinaire. Lorſque le poids ou moteur de la Pendule eſt ſuſpendu à une ſimple corde, il arrive que lorſqu'il eſt deſcendu d'environ trois pieds, l'air que met en mouvement la lentille par ſes vibrations, agite le poids & lui fait faire des vibrations, leſquelles augmentent au point que le poids parcourt, en ſens contraire de la lentille, des eſpaces auſſi grands que le pendule; ce qui agite tellement l'air contenu dans la boîte, que le mouvement de la lentille ſe détruit inſenſiblement, & que l'Horloge finit par arrêter. Or on voit que c'eſt l'air réfléchi par les parois de la boîte, qui cauſe cette vibration du poids, & que, ſelon la conformation des côtés de la boîte, le poids vibre lorſqu'il eſt ſuſpendu de la hauteur de trois pieds, plus haut ou plus bas, ſelon le point où ſe réfléchit l'air; ce poids ſe met ſur-

tout en vibration, lorſqu'il approche d'avoir la même longueur que celle du pendule (a) ; d'où il ſuit que l'air ſeul ne contribue pas aux vibrations du poids, mais que les oſcillations de la boîte y ont part : ainſi il eſt eſſentiel de fixer très-ſolidement le point de ſuſpenſion du pendule, pour qu'il ne puiſſe pas agiter la boîte : enfin on voit, 1°, que ſi la boîte étoit fort grande, cette agitation de l'air par la lentille n'auroit pas lieu, je l'ai confirmé par l'expérience ; car ſi l'on ouvre la porte de la boîte, l'air n'eſt plus réfléchi par les côtés, dès-lors le poids ceſſe de vibrer, & l'Horloge continue de marcher : 2°, que plus les arcs parcourus par la lentille ſeront grands, & plus l'air en ſera agité : 3°, que ſi l'on fixe le poids de maniere qu'il ne puiſſe vibrer, le mouvement de la lentille ne ſera plus interrompu, & la Pendule n'arrêtera pas : cela eſt encore confirmé par l'expérience.

643. Il y a donc deux moyens de prévenir cet arrêt de l'Horloge : le premier, en empêchant l'action de l'air ſur le poids ; pour cet effet, il ne faut qu'attacher à la boîte une eſpece de tuyau de fer blanc, au travers duquel puiſſe ſimplement deſcendre le poids : le ſecond, c'eſt de mouffler le poids ; ainſi il ſera ſuſpendu de maniere qu'il ne pourra pas vibrer & qu'il reſtera immobile, puiſqu'il ſera ſuſpendu par deux points : mais cela n'étant pas encore ſuffiſant, on placera, entre la lentille & le poids, une planche mince un peu inclinée à la verticale ; le poids en deſcendant appuyera légérement ſur cette planche, en ſorte qu'il ne pourra plus vibrer ni interrompre le mouvement du pendule.

644. Enfin une cauſe d'arrêt des Pendules eſt la diminution de la force du reſſort & de l'épaiſſiſſement des huiles ſur les ſpires du reſſort, ce qui retranche de la force & fait arrêter le pendule.

645. Après avoir parlé en gros des cauſes d'arrêt des Pendules, il eſt à propos de dire deux mots des moyens propres

---

[a] C'eſt par le même méchaniſme que lorſqu'on fait raiſonner une corde d'un inſtrument de muſique, toutes celles qui ſont à l'uniſſon raiſonnent auſſi ſans qu'on y touche.

à les corriger ; pour cela il faut d'abord chercher, par l'examen de chaque partie, quelle eſt celle qui cauſe l'arrêt.

646. Si les roues ſont trop péſantes, il faut les *dégager* & les rendre légeres, donner la liberté requiſe aux pivots, de maniere que les roues tournent aiſément ; refaire les engrenages, s'ils ſont *mauvais* ; ôter les accrochements ou les chûtes de l'échappement ; rendre les levées de l'échappement uniformes & égales ; repolir les parties de l'échappement, ſi elles ſont creuſées ; nettoyer les reſſorts, ſi c'eſt une Pendule à reſſort ; remonter ainſi le rouage & le faire marcher.

647. Pour s'aſſurer que la force motrice n'eſt pas trop petite pour le régulateur, on remontera le reſſort d'un demi-tour, & on menera la lentille, de maniere que les dents de la roue d'échappement ne faſſent que paſſer, & l'on abandonnera le pendule à lui-même : ſi le pendule ainſi mis en mouvement, continue de marcher, on ſera ſûr que l'Horloge n'arrêtera plus, & que la force motrice eſt ſuffiſante ; ſi au contraire l'Horloge s'arrête, c'eſt une marque qu'il n'y a pas aſſez de force motrice, ou, ce qui revient au même, que les arcs que fait parcourir l'échappement ſont trop grands, ou la lentille trop peſante relativement à la force motrice.

648. Le meilleur moyen qu'on puiſſe employer pour lever cet obſtacle, lorſque les arcs des vibrations ſont fort grands, c'eſt de les diminuer : pour cet effet, on donnera une moindre inclinaiſon à la piece d'échappement ; & ſi les arcs de levée ne ſont pas fort grands, & que la lentille ſoit trop peſante, on peut, dans les ouvrages ordinaires, diminuer la lentille ; car pour les Horloges à ſecondes ou qui ſont conſtruites ſur ce principe, la peſanteur de la lentille eſt une choſe ſacrée à laquelle on ne doit jamais toucher.

649. Il y a un troiſieme moyen d'empêcher l'arrêt d'une Pendule, lorſque toutes les cauſes internes ſont corrigées, & que c'eſt par le manque de force du moteur : c'eſt d'en augmenter la force ; mais on doit être bien circonſpect pour l'employer ; car en géneral c'eſt celui auquel ont recours les ignorants, & c'eſt celui auſſi qui tend davantage à détruire la machine

machine, puiſque plus la force motrice eſt grande, & plus auſſi la preſſion ſur les pivots augmente; par conſéquent les frottements en ſont plus grands.

REMARQUE.

650. Une choſe très-eſſentielle dans toutes les machines quelconques & ſinguliérement dans celles d'Horlogerie, c'eſt de proportionner la ſolidité des pieces à l'effort qu'elles ont à vaincre. Lorſqu'une machine eſt bien compoſée, il faut y joindre ce rapport; car ſans cette précaution elle remplit très-mal ſes effets: cette conoiſſance tient à deux choſes; la premiere, au calcul de l'effort ou action de chaque partie de la machine; la ſeconde, à la force que peut ſoutenir un métal donné, de telle dimenſion, &c. J'ai vu des Horloges de M. Rivaz, dont la fourchette étoit ſi mince & ſi flexible, que l'action du rouage, au lieu de ſe communiquer au Pendule, ſe conſumoit à faire fléchir & courber la fourchette, en ſorte que l'Horloge arrêtoit; & en y ſubſtituant une fourchette plus ſolide, elle marchoit. En donnant la ſolidité convenable aux rouages & pieces quelconques d'une machine, il faut éviter un autre défaut; c'eſt de ne pas donner plus de maſſe qu'il n'eſt beſoin, afin de ne pas augmenter les frottements inutilement. Par rapport aux frottements, il faut, pour les rendre conſtants, proportionner la longueur & la groſſeur des pivots à la peſanteur des roues & à la force qui les meut; ainſi la premiere roue d'un rouage qui doit avoir de gros & longs pivots, doit être forte relativement à l'action de la force motrice; & les autres roues doivent diminuer à proportion de la diminution de la force. Il faut ſur-tout appliquer cette Remarque aux verges de Pendule, conſtruites pour corriger les effets du chaud & du froid: & c'eſt ce que nous ferons dans la ſeconde Partie de cet Ouvrage: nous y ferons voir que la bonté de ces ſortes de verges dépend ſinguliérement du rapport de leur groſſeur avec le poids de la lentille. L'Horloge marine que nous avons conſtruite, a ſervi à nous confirmer de plus en plus la néceſſité de ces combinaiſons. Venons maintenant aux cauſes de variations des Pendules.

SECONDE PARTIE.

Des Cauſes de variations des Pendules.

651. Il faut diſtinguer les cauſes des variations des Pendules & les conſidérer ſous divers points de vue : il y a des cauſes de variation qui ſont produites par la mauvaiſe exécution des Pendules ; & il y en a qui ſont néceſſairement attachées à la nature même des Horloges. Il eſt donc à propos de diviſer cet article en deux ſections : la premiere traitera des variations propres aux Pendules : la ſeconde, de celles qui ſont cauſées par l'emploi des mauvais principes & des mauvaiſes exécutions.

I. Des variations produites par la nature même de l'Horloge.

652 La lentille ou pendule, comme on l'a dû remarquer en pluſieurs endroits de cet ouvrage, eſt le régulateur d'une Horloge ; ainſi la juſteſſe de l'Horloge dépend de la conſtance des vibrations du Pendule, & celles-ci dépendent des différentes longueurs de la verge qui porte la lentille : l'uniformité des vibrations dépend encore du plus ou moins de réſiſtance qu'éprouve la lentille dans l'air : enfin les temps des vibrations dépendent encore de l'uniformité du moteur & de la force tranſmiſe par la derniere roue au régulateur. On ſait par expérience, que tous les corps s'allongent par le chaud, & s'accourciſſent par le froid ; & qu'ainſi une lentille fait des vibrations plus lentes lorſqu'il fait chaud, & plus promptes quand il fait froid : on ſait auſſi par l'expérience du barometre que l'air eſt plus ou moins peſant, & chargé de parties qui réſiſtent au mouvement des corps qui s'y meuvent ; ainſi le pendule d'une Horloge fait des vibrations plus ou moins grandes, ſelon qu'il trouve plus ou moins de réſiſtance dans l'air : cette derniere cauſe ne doit s'entendre ou s'appliquer qu'aux Pendules dont les lentilles ſont grandes, légeres, & qui parcourent de grands arcs.

653. Enfin le rouage d'une Horloge agiſſant dans le moment actuel avec une certaine force ſur le régulateur, cette force changera au bout de quelque temps par les frottements, & par les épaiſſiſſements des huiles; mais les vibrations du pendule ſont plus grandes ou plus petites, ſelon que la force tranſmiſe au régulateur eſt plus ou moins grande; ce qui change l'étendue de ces vibrations.

654. Enfin les Pendules varient par les inégalités de la force motrice, lorſque celle-ci eſt un reſſort.

655. Il faut obſerver que ces cauſes de variations que nous venons de remarquer & qui ſont inſéparables de la nature des Pendules, peuvent être diminuées conſidérablement.

656. 1°, En appliquant à l'Horloge un pendule composé, qui corrige les effets du chaud & du froid ſur la verge : nous traiterons cette matiere fort au long dans la ſeconde Partie.

657. 2°, En faiſant une lentille peſante qui ait peu de ſurface & beaucoup de *ſolidité.*

658. 3°, En tenant les roues qui compoſent le rouage de l'Horloge fort petites & légeres, relativement à l'effort qu'elles ont à vaincre, on réduira les frottements à la moindre quantité.

659. 4°, En donnant au moteur une force ſeulement capable d'entretenir le mouvement du Pendule, & en rendant cette force conſtante.

II. Des cauſes de variations des Horloges, produites par la mauvaiſe conſtruction & la vicieuſe exécution.

660. Les Pendules ordinaires ſont tellement diſpoſées, que tout concourt à les faire mal aller, & que tous les vices ſont accumulés. En effet, une lentille légere qui a beaucoup de ſurface, peu de peſanteur, qui parcourt de grands arcs, & eſt ſuſpendue par un fil, eſt le régulateur ordinaire d'une Horloge à reſſort : or une lentille légere obéit aiſément à l'impreſſion du moteur; ainſi un reſſort agiſſant avec des degrés de force différents, ſelon qu'il eſt au haut ou au bas, le pendule doit

alternativement décrire de grands & de petits arcs, ſelon les impreſſions du moteur, & doit par ce moyen faire avancer ou retarder l'Horloge. *Voyez ſeconde Partie, les Chapitres XVI & XVII qui traitent des Horloges à reſſort.*

661. Les différentes réſiſtances de l'air feront infiniment plus d'effet ſur une lentille légere qui décrit de grands arcs, que ſur une lentille peſante.

662. Une telle lentille ſuſpendue par un fil éprouve des variations cauſées par l'humidité & la ſéchereſſe de l'air, ce qui allonge ou raccourcit le pendule & le fait avancer ou retarder.

663. La verge du pendule dans les Horloges à reſſort ordinaires, eſt un fil de fer très-flexible & facile à courber, de ſorte que ſa longueur eſt plus ou moins grande, ſelon que le fil de fer eſt plus ou moins droit; par conſéquent en faiſant nettoyer une Horloge qui étoit réglée, (quoique la verge ne fût pas droite) ſi celui qui nettoye la Pendule s'aviſe de redreſſer cette verge, l'Horloge ne ſera plus réglée.

664. Si les trous du coq, au travers duquel paſſe la ſoie qui ſuſpend la lentille, ſont trop grands, le point de ſuſpenſion ſera variable, & changera ſelon que la lentille décrira de plus grands ou de plus petits arcs.

665. Les engrenages dans les Horloges ordinaires ſont faits avec une très-grande négligence : des petits & de gros pignons, des engrenages trop foibles, de trop forts, des courbes, des dents inégales, &c, des roues mal rondes, &c. Tels ſont conſtruits la plûpart des ouvrages : les Ouvriers s'imaginent que la lentille doit corriger toutes les inégalités qui en réſultent, ce qui ſeroit en effet, ſi le régulateur étoit puiſſant; mais ceux qui négligent ainſi des parties eſſentielles d'une machine, ne ſont pas en état d'entendre comment doit être le régulateur.

666. Dans la même machine on trouve, outre les défauts précédents, de grandes roues, peſantes, peu nombrées, & indifféremment; des gros & des petits pivots, qui ne ſont jamais proportionnés au poids des roues & à leur vîteſſe. De-là réſultent de très-grands frottements : les huiles qui ſe deſſechent

plus vîte par les petites parties de matiere que le frottement détache des trous & des pivots ; de-là s'enſuivent les inégalités de la force tranſmiſe au régulateur ; les grands & petits arcs de la lentille, & par conſéquent les temps différents des vibrations, l'avance ou retard de la Pendule.

667. Enfin les échappements de ces machines ſont auſſi mal diſpoſés que le reſte : des roues d'échappements mal rondes, inégales, dont les dents ne ſont ni adoucies ni polies, & qui font ſur l'échappement l'effet d'une lime ; les inégalités de levée ; une partie de la force de la roue d'échappement détruite ſans tendre à mouvoir ; les chûtes qui creuſent les pieces d'échappement ; la force perdue par les chûtes, force qui ne tend qu'à détruire : de-là naiſſent encore des impreſſions différentes ſur le régulateur, des variations, &c.

668. Je n'ai fait que parcourir & indiquer les cauſes de variations des Horloges à Pendules ; s'il eût fallu m'arrêter ſur chacune, cela m'auroit mené trop loin ; d'ailleurs les principales parties ſeront traitées dans la ſeconde Partie de cet Ouvrage.

CHAPITRE XXXIV.

De la maniere de juger des nouvelles productions en Horlogerie.

669. C'EST un malheur pour les bons Artiſtes Horlogers, que le Public ne puiſſe juger du mérite de leurs productions, & qu'il evalue ordinairement de telles machines, non ſelon leur mérite propre, mais ſelon le point de vue où l'Auteur les lui préſente. Or ſoit ignorance de la part de l'auteur, ſoit enthouſiaſme pour ſes découvertes imaginaires, ſoit enfin mauvaiſe foi, chaque piece nouvelle qu'on publie eſt annoncée comme une merveille ; en ſorte que ſi l'expérience ne démen-

toit pas ces expreſſions ampoulées, on ſeroit tenté de croire que par le nouveau chef-d'œuvre que l'on vante, l'Horlogerie eſt portée à ſon dernier point de perfection.

670. Or il arrive de-là que le Public qui croit aiſément ces miracles, achete ces nouveautés, & finit par en être dupe ; que ſouvent le fabricateur de ces choſes ſingulieres acquiert une réputation qui le conduit à vendre beaucoup, & par conſéquent à augmenter ſa fortune, de ſorte que d'autres cherchent à s'enrichir en ſuivant la même route, qui eſt très-facile ; c'eſt-à-dire, en faiſant de mauvaiſes machines qui en impoſent aux ignorants ; & on néglige ainſi inſenſiblement les moyens qui conſtituent la juſteſſe. En effet, ſi l'on compare ces nouvelles Montres ou Pendules de différents échappements, à un mois, à un an, &c ; ſi, dis-je, l'on compare ces Montres & Pendules avec celles qu'on faiſoit il y a vingt ans ; on verra que du côté de la juſteſſe on n'a preſque rien acquis : ce qu'on a gagné a été de faire des choſes ſingulieres.

671. Il me paroît cependant qu'il eût été préférable de laiſſer là toutes ces idées d'inventions nouvelles, & de chercher plûtôt à faire de bonnes machines.

672. Il ſeroit donc à ſouhaiter que le Public pût juger lui-même du mérite de chaque invention, & diſtinguer l'Artiſte du Charlatan : pour cet effet, il ſeroit à propos de bien établir en quoi conſiſte la juſteſſe des Montres & de quoi elle dépend ; quelles ſont les cauſes des variations qui ſont néceſſairement attachées, non à la conſtruction, mais à la nature même de la Montre : en comparant ainſi une Montre d'une conſtruction particuliere avec les principes fondamentaux ſur leſquels les Montres doivent être conſtruites, on pourroit pour lors décider de ſa bonté.

673. Pour pouvoir juger d'une nouvelle compoſition de Montre, il eſt donc à propos d'en comparer chaque partie avec celles qui ſont en uſage, & avec les principes établis ; & de voir ſi l'on a diminué ou évité quelqu'une des cauſes d'inégalité, ou ſi, en voulant en retrancher une, on n'a pas augmenté une autre, &c ; en procédant de la ſorte, on jugera

avec juſteſſe du progrès de l'art, & on ne ſera pas la dupe des avantages apparents que ſavent ſi bien préſenter les faiſeurs de nouvelles machines.

674. En réduiſant ainſi ces productions à leur juſte valeur, les Artiſtes s'attacheront davantage à faire des choſes réellement bonnes; le Public ne ſera pas trompé, & l'art ſe perfectionnera. Je conviens que, pour bien juger d'une machine, il faut être Artiſte, & que le nombre en eſt aſſez rare; mais en faiſant appercevoir aux Ouvriers la route qu'ils doivent ſuivre pour faire de bons ouvrages & pour en pouvoir juger, & au Public juſqu'à quel point il doit compter ſur l'annonce d'un nouvel ouvrage, ce ſera déja avoir fait un pas pour leur apprendre à juger ſainement.

675. Enfin le temps fera le reſte; car à meſure que l'Horlogerie ſe multipliera, on acquerra de nouvelles connoiſſances; le Public s'accoutumera à en juger par lui-même.

676. En attendant que ce Public veuille s'inſtruire & prendre une teinture d'Horlogerie pour décider par lui-même, comme il fait pour les ouvrages de Peinture, il eſt à propos de lui indiquer comment il peut eſtimer une nouvelle compoſition de Montre ou de Pendule: je l'ai déja prévenu qu'il faut ſe défier de tous les avantages apparents préſentés par un Auteur, quel qu'il ſoit; car, ou cet Auteur s'aveugle ſur ſon ouvrage, ou il veut tromper; les approbations de l'Académie même ne doivent pas toujours ſervir de fondement pour fixer la bonté d'une machine; car quoiqu'il y ait des Membres de l'Académie très en état de juger des pieces d'Horlogerie, ces Meſſieurs, pour favoriſer les progrès des Arts, ſont obligés de louer les Artiſtes qui leur préſentent de nouvelles choſes, quand même elles ne ſeroient pas toujours bonnes. Les Artiſtes d'ailleurs ont l'art de faire valoir les approbations de l'Académie, comme ſi elles tomboient ſur la totalité de l'ouvrage, tandis qu'elles ne roulent ordinairement que ſur quelque changement dans une piece; & comme ſi cette approbation étoit l'effet de l'admiration de cette Compagnie, à la vue & après l'examen de la machine qu'on lui a préſentée, tandis que ce n'eſt qu'une

eſpece d'encouragement qu'elle prétend donner à l'Auteur, pour l'engager à perfectionner de plus en plus l'art relatif à cette machine.

677. On ne peut s'en rapporter au jugement d'un Horloger, ſur la production de ſon Confrere ; car ſon intérêt & ſon amour-propre le fera dépriſer ce qu'il n'a pas fait, & ſouvent ſon ignorance le met hors d'état de juger ; mais voici la ſeule maniere non équivoque de n'être pas trompé par l'Auteur d'une nouvelle compoſition (que je ſuppoſe honnête homme & de bonne foi) ; c'eſt de ſuſpendre ſon jugement ſur une pareille machine, & d'attendre, pour en faire l'acquiſition, que l'enthouſiaſme d'Auteur ſe ſoit refroidi, & qu'il voye ſon invention ſous ſon vrai point de vue.

678. Enfin il faut attendre qu'une nouvelle machine ſoit adoptée & imitée par les bons Artiſtes ; pour lors on peut hazarder l'achat d'une pareille machine, (ſoit Montre ou Pendule), dont les principes different de ceux qui étoient précédemment reçus.

679. En ſuivant cette méthode, on verra ainſi quantité de nouvelles productions ne faire que paroître par leurs annonces ſeules, & ne durer que comme des étincelles qu'on a à peine le temps d'appercevoir : cette méthode d'apprécier une nouvelle ou une prétendue découverte eſt même la ſeule à ſuivre ; car il eſt rare que pluſieurs habiles gens ſe trompent ; & malgré la prévention contre tout ce qu'ils n'ont pas fait, ils adopteront enfin des méthodes qui ne ſont pas les leurs, pour peu qu'ils les trouvent avantageuſes pour la perfection de leurs ouvrages.

680. Il faut remarquer, par rapport aux ouvrages d'Horlogerie, qu'il ne ſuffit pas d'établir de bons principes, qu'il faut encore que l'exécution en ſoit facile, & que toutes les parties ſoient ſolides, en ſorte que les Ouvriers ordinaires puiſſent nettoyer une Montre ſans riſque de la détruire, & même refaire les pieces qui pourront avoir éprouvé quelque accident. Ces conditions ſont d'une néceſſité indiſpenſable dans les Montres ſur-tout, dont l'uſage devient eſſentiel dans les

les voyages, & que nous envoyons chez l'Etranger : or ſi une Montre eſt compoſée de ſorte que l'exécution en ſoit difficile, il arrivera que paſſant entre les mains d'un Ouvrier médiocre, celui-ci, au lieu de la raccommoder, l'eſtropiera, & que ce ſera une Montre perdue pour celui à qui elle appartient ; il en réſultera à la longue un dégout pour l'Horlogerie, de maniere qu'une Montre de Geneve & de Suiſſe ſera préférée à celle d'un habile homme, & que notre Horlogerie Françoiſe ſera détruite.

681. Il eſt donc eſſentiel pour le bien de l'art, & pour celui du Public, que les Horlogers s'appliquent à faire de bons ouvrages, ſolides & de facile exécution ; mais il eſt auſſi eſſentiel de faire obſerver au Public, qu'il n'eſt pas poſſible qu'un Artiſte faſſe de bons ouvrages ſans que le prix en augmente, & que la perfection d'un ouvrage entraîne néceſſairement un plus haut prix ; enfin qu'il n'y a pas moins de différence d'une Montre mal faite à une bonne, que d'un méchant tableau à celui d'un grand Maître : or réduire tous les ouvrages d'Horlogerie à une même valeur, & n'en faire aucune différence, c'eſt obliger les habiles gens à faire de mauvais ouvrages.

682. Le Public a été ſi ſouvent abuſé & trompé par l'expoſé de la ſimplicité d'une Montre ou Pendule, qu'il eſt à propos de faire entendre en quoi conſiſte la ſimplicité d'une machine.

683. Ce n'eſt point en diminuant le nombre des pieces qu'on ſimplifie une machine ; c'eſt ſeulement en diminuant les effets : or ſi l'on retranche des pieces & que les effets ſoient les memes, il faudra qu'une même piece produiſe pluſieurs effets (ſouvent oppoſés) ; dès-là cette piece devient difficile à exécuter, en ſorte que le moindre changement dans la machine lui fera manquer ſon effet, la piece même étant faite avec des ſoins extrêmes ; & cela ſera à plus forte raiſon, ſi elle eſt mal exécutée : or cela ne ſeroit pas arrivé ſi l'on eût conſervé l'ancien méchaniſme ; car il y a une compoſition propre à chaque machine, au-delà de laquelle il eſt dangereux

d'aller ; ainſi ce qu'on gagne en ſimplicité, on le perd en ſolidité & en facilité d'exécution : on peut donc ſe défier avec raiſon de la plupart de ceux qui annoncent, qu'ils ont ſimplifié une machine, tandis qu'ils n'ont fait qu'en dénaturer les effets & les rendre moins ſolides.

684. Par exemple, qui retrancheroit une roue d'une Montre, dont le balancier doit battre le même nombre de vibrations qu'elle battoit auparavant, & diroit l'avoir ſimplifiée, ſeroit cru du Public, & en impoſeroit cependant, ce qu'il eſt aiſé de prouver. Soit (*Planche VI, fig.* 2), la Montre en queſtion, de laquelle on retranche la petite roue moyenne *D*, (cette Montre bat 14400 vibrations par heure); les nombres de dents de ces roues ſont de la roue *C*, 60 dents, & le pignon *b*, où elle engrene, 6 ; la roue *D*, 48, le pignon *c*, 6 ; la roue *E* porte 42 dents, & le pignon *e* de la roue *R* (*fig.* 5) où elle engrene a 7 dents ; la roue *R* a 15 dents ; la ſomme des dents des roues & pignons ſera 184 dents : or en retranchant la roue *D* de maniere que la Montre ne ſoit plus compoſée que des roues *C*, *E*, *R*, (*fig.* 2 *&* 5) & des pignons *c*, *e*, les nombres des roues *C*, *E*, *R* deviendront la roue *C*, de 96 dents, le pignon *c*, 6, la roue *E*, 70, le pignon de rencontre 7 ; enfin la roue de rencontre *R* aura 45 dents ; la ſomme des dents de ces roues & pignons ſera donc 224 ; ainſi en retranchant une roue *D*, loin de ſimplifier la Montre, elle ne fera que le même effet qu'elle faiſoit auparavant, qui eſt de faire battre 14400 vibrations par heure, & le rouage ſera compoſé de 40 dents de plus qu'il n'avoit auparavant ; & ſi les dents des nouvelles roues *C*, *E*, *R* ſont de la même groſſeur que celles des roues *C*, *D*, *E*, *R*, ces roues *C*, *E*, *R* devroient être fort grandes ; en ſorte que la peſanteur de ces trois roues ſurpaſſera celle de 4 roues ; or les vîteſſes de ces deux rouages ſeroient les mêmes ; ainſi le rouage ſuppoſé ſimplifié auroit par-là plus de frottement, conſéquemment il en réſulteroit de plus grandes variations dans la machine, &c. C'eſt ainſi que très-ſouvent les machines qu'on dit être plus ſimples, ſont en effet plus compoſées & moins bonnes.

685. Enfin on peut poſer pour regle générale, que

toutes les fois que l'on verra dans une Montre une augmentation d'ouvrage qui ne tendra pas à la rendre meilleure, ou à en augmenter les effets, on pourra décider à coup ſûr que celui qui l'a faite eſt un ignorant, qu'il eſt de mauvaiſe foi & qu'il veut en impoſer aux perſonnes qui ne s'y entendent pas.

CHAPITRE XXXV.

Des Barometres & Thermometres à Aiguille.

686. QUOIQUE les Barometres & les Thermometres n'entrent que comme acceſſoire ou d'ornement dans les Pendules, nous avons cru que beaucoup de perſonnes ſeroient curieuſes de ſavoir le méchaniſme des Barometres & Thermometres à aiguille, dont on fait actuellement uſage, & comment on doit les exécuter : c'eſt par cette raiſon que nous en parlons ici.

Du Barometre.

687. Le Barometre eſt un inſtrument qui ſert à indiquer la peſanteur & l'élaſticité de l'air : *Toricelly* eſt l'inventeur du Barometre ſimple. Le Barometre ſimple eſt un tuyau de verre de trente pouces de longueur, ouvert par l'extrémité inférieure & fermé hermétiquement par la ſupérieure ; on le remplit de mercure par ſon ouverture, puis on le renverſe de ſorte que cette ouverture ſoit plongée dans un vaſe où il y ait aſſez de mercure pour la recouvrir : ou bien c'eſt un tuyau recourbé & évaſé en forme de fiole du côté de l'ouverture, afin qu'étant rempli de mercure, puis renverſé, de ſorte que reſtant perpendiculaire à l'horizon, l'extrémité bouchée étant placée en haut, le mercure qui reſte dans la fiole faſſe le même effet que le vaſe dont on vient de parler.

688. La hauteur moyenne de la colonne du mercure qui reſte ſuſpendue dans le tuyau ou *tube*, comptée depuis ſon ſommet juſqu'au niveau du mercure qui reſte dans le vaſe ou dans la fiole, eſt à Paris de 27 pouces 9 lignes environ. Cette hauteur varie ſelon l'élévation des lieux : par exemple, ſur le bord de la mer elle eſt de 28 pouces ; & elle devient d'autant plus petite que l'on eſt plus élevé au-deſſus du niveau de la mer : ſur les hautes montagnes, comme les Alpes ou les Pyrénées, elle n'eſt que de 18 à 19 pouces. Dans un même lieu le mercure monte & baiſſe, ſelon les variations de l'atmoſphere, c'eſt-à-dire, ſelon que l'air eſt plus ou moins chargé de vapeurs, ſelon les vents, &c. C'eſt cette propriété du Barometre qui ſert à prévoir le beau temps & la pluie, uſage ordinaire du Barometre.

689. Le tube doit être aſſez long, pour que la colonne de mercure aboutiſſe au bout qui eſt fermé : il doit reſter un intervalle auſſi parfaitement purgé d'air qu'il eſt poſſible, ſans quoi la colonne de mercure ſe tiendroit d'autant moins haute, & les variations de l'atmoſphere ſeroient marquées d'autant moins régulierement qu'il y auroit plus d'air contenu dans cet eſpace.

690. Le vaſe ou la fiole qui eſt au bout inférieur du tube doit avoir un diametre environ dix fois plus grand que celui du tube ; c'eſt ſur la ſurface du mercure que contient ce vaſe ou bouteille que l'atmoſphere fait une preſſion dont la quantité détermine la hauteur de la colonne ſuſpendue.

691. Pour rendre plus ſenſibles les variations du Barometre, les Phyſiciens en ont conſtruit différentes ſortes, afin de pouvoir eſtimer le moindre changement qui arrive dans l'air : nous nous contenterons de rapporter celui dont l'invention eſt attribuée au Docteur Hoock, renvoyant ceux qui deſireront s'inſtruire de cet objet aux ouvrages de Muſſchenbroek, où cet excellent Phyſicien a traité fort au long de ce qui concerne le Barometre, & les cauſes de ſes variations : on peut auſſi conſulter le Docteur Deſaguiliers.

692. *ABC* (*Planche XIV, fig.* 6) repréſente le tube de ce

barometre à cadran & à aiguille ; ce tube recourbé par en bas porte le cylindre *C*, de même groſſeur que le cylindre ſupérieur *A* ; la longueur totale de ce tube eſt de 36 pouces, le diametre des cylindres doit être environ de 5 lignes, celle du tube de 8 lignes ; par ce moyen on réduit beaucoup les frottements que cauſe le mouvement du mercure contre les parois du tube : ainſi le moindre changement dans l'air fait monter ou deſcendre le mercure, ſur-tout ſi l'eſpace qui reſte au deſſus du mercure dans le cylindre ſupérieur eſt bien vuide d'air, & que le mercure ſoit bien pur.

693. Lorſque le Barometre ordinaire parcourt 2 pouces, celui-ci n'en parcourt que la moitié ; car les deux cylindres étant de même groſſeur il arrive que, lorſque le mercure contenu dans le cylindre inférieur deſcend d'un pouce, le mercure contenu dans le cylindre ſupérieur monte d'un pouce, & comme la hauteur de la colonne ſe meſure depuis la ſurface du mercure du tube inférieur, la colonne eſt devenue par ce changement de 2 pouces plus grande qu'elle n'étoit, quoiqu'elle n'ait parcouru qu'un pouce ; ſi donc on plaçoit une Echelle à côté d'un des cylindres, il faudroit qu'elle fût graduée par des diviſions ou parties, moitié plus petites que celles du Barometre ordinaire ; mais on n'employe ce tube de Barometre que pour faire mouvoir une aiguille fort grande qui augmente conſidérablement l'eſpace parcouru & rend ſenſible le moindre changement ou mouvement du mercure.

694. Pour cet effet, on fait poſer ſur la ſurface du mercure du cylindre inférieur un petit poids fait de bois *de fer* ou d'ébene dont le poids eſt d'environ 36 grains : ce poids eſt attaché à un bout d'un fil de ſoie, dont l'autre bout tient à une poulie *D* à deux rainures vue en plan (*fig.* 6), & en profil (*fig.* 8) ; l'autre bout de ce fil eſt attaché à la rainure ſur laquelle il s'enveloppe. La ſeconde rainure de cette poulie porte un fil pareillement attaché à un trou percé au fond de la rainure, l'autre bout de ce fil porte un contre poids *f*, dont la peſanteur doit être moitié du poids qui poſe ſur le mercure, c'eſt-à-dire, de 18 grains, lorſque le poids eſt de 36.

695. La poulie eſt fixée ſur un axe ou tige qui porte deux pivots, dont l'un roule & eſt ſaillant dans une plaque qui porte un cadran, tel que celui (*fig.* 7), ce pivot prolongé porte une aiguille ſemblable à celle (*fig.* 7). L'autre pivot de l'axe de la poulie roule dans un trou fait à un pont, ce qui forme une cage à cette poulie.

696. La circonférence du fond de la rainure de la poulie doit être exactement d'un pouce & demi pied de Roi; pour l'exécuter juſte de cette grandeur, il faut faire un nœud à un fil ou ſoie de la groſſeur que l'on doit employer pour porter les poids; on coupera le fil au-deſſus du nœud, en ſorte qu'il ait exactement 1 pouce $\frac{1}{2}$ de longueur; on diminuera la rainure de la poulie juſqu'à ce que le bout du fil ſe joigne au nœud; par ce moyen, ſi l'on diviſe le cadran en trois parties, chacune correſpondra aux diviſions du Barometre ordinaire; car tandis que le Barometre ordinaire parcourt 3 pouces, celui à aiguille parcourera 1 pouce $\frac{1}{2}$, c'eſt-à-dire, que l'aiguille fera une révolution.

697. Ainſi en marquant ſur le cadran 26, 27, 28 & 29 pouces, ſi lorſque le Barometre ordinaire eſt ſur 28 pouces, on tourne l'aiguille ſur les 28 pouces du cadran; quand le Barometre ordinaire marquera 27 pouces, l'aiguille de celui à aiguille ſera ſur les 27 pouces. On peut diviſer l'intervalle entre chaque pouce du cadran en 12 parties, qui repréſentent des lignes; & ſi ce cadran a, je ſuppoſe, 8 pouces de diametre ou environ 24 de circonférence, on pourra encore ſubdiviſer l'intervalle entre chaque partie qui repréſente les lignes en 12 autres parties, qui repréſenteront des douziemes de lignes.

698. On place ordinairement à Paris, ſur le 28^{e} pouce du Barometre, le temps variable; on peut le placer de même ſur le cadran, & ainſi des autres époques de la pluie & de beau temps, comme ſur le Barometre commun; comme on peut auſſi placer une aiguille ou index qui tourne à frottement, que l'on fera tourner à la main, & qu'on placera à la même diviſion où eſt actuellement l'autre aiguille; de cette maniere on

ſaura combien le Barometre varie d'un inſtant à l'autre.

699. La petite partie ſaillante *g* du tube ſert à le remplir ; pour cet effet, on renverſe le tube de haut en bas, & au moyen d'un entonnoir de verre, en verſant le mercure bien pur, il deſcend & remplit le cylindre & en chaſſe l'air ; mais pour mieux purifier le mercure, il faut le faire chauffer, & introduire dans le tube un petit fil de fer qui deſcende juſqu'au fond du cylindre : à meſure que le mercure s'échauffera, on fera tourner le fil de fer, ce qui fera ſortir l'air du tube ; on fera ainſi bouillir le mercure juſqu'en *a*, alors on mettra du mercure en rempliſſant le tube juſqu'en *g* ; mais il faut avoir attention de ne pas introduire de mercure pendant que le tube & le mercure qu'il contient eſt chaud, parce qu'il feroit caſſer le tube ; enſuite on ſcellera la partie *g* dont on s'eſt ſervi pour introduire le mercure : on peut ſe contenter de faire entrer un petit bouchon de liege dans cet orifice & de le ſceller avec de bonne cire d'Eſpagne ; mais le mieux eſt de le ſceller à la lampe avec un chalumeau, parce que le verre, en ſe fondant, bouchera l'ouverture *g*.

700. Cela étant fait, on renverſera le tube, & pour lors le mercure contenu dans le tube ſupérieur deſcendra, & la colonne ſe mettra en équilibre avec l'atmoſphere : ſi le mercure deſcend trop bas dans le tube, on en fera entrer de nouveau par le cylindre inférieur, afin que le mercure ſe trouve placé à peu près dans le milieu de la longueur des cylindres, comme on le voit en *c fig. 6.*

Du Thermometre à Aiguille.

701. La figure 7 repréſente un Thermometre à aiguille & cadran, que je compoſai en 1756 : le méchaniſme eſt le même que celui du Barometre ; mais le tube differe de celui de Thermometres ordinaires, en ce qu'il eſt ouvert pour y introduire un petit poids qui poſe ſur le mercure.

702. Le tube ou cylindre de ce Thermometre a 3 lignes de diametre, il eſt rempli de mercure depuis *b* juſqu'en *a*, le ſurplus des tubes recourbés eſt rempli d'eſprit-de-vin, dont la dilatation eſt plus grande que celle du mercure. J'ai donné cette

forme aux tubes, afin de rendre le Thermometre plus ſenſible aux moindres changements de l'air, & j'ai donné par ce moyen plus de ſurface : on voit que l'air étant plus froid le mercure deſcend ainſi que le poids, ce qui fait tourner la poulie & l'aiguille que ſon axe prolongé porte.

703. Cette aiguille marque ſur le cadran *B C* les degrés de température, de la même maniere que le mercure ou l'eſprit-de-vin du Thermometre ordinaire le fait ſur une échelle graduée.

704. Ce cadran eſt diviſé en 90 parties ou diviſions, que je fais correſpondre au Thermometre de M. de Réaumur : pour cet effet, lorſque le tube *a b* eſt rempli de mercure, & les cylindres recourbés *a*, *c*, *d*, d'eſprit-de-vin, je les plonge dans la glace pilée, & après les y avoir laiſſé aſſez de temps pour que le mercure & l'eſprit-de-vin ſoient au terme de la glace, je marque ſur le tube le point *b*, où le mercure s'y arrête ; je me ſers pour cela d'un fil qui enveloppe le tube, & que je fais monter & deſcendre juſqu'à ce qu'il ſoit arrêté parfaitement au point où eſt la ſurface du mercure ; enſuite je place ce tube à côté d'un bon Thermometre gradué ſelon les diviſions de M. de Réaumur ; je place l'un & l'autre dans un lieu où la température ſoit d'environ 12 ou 15 degrés au deſſus de la glace ; je marque alors, comme pour la glace, & par le même moyen, le point où le mercure y monte ; je meſure l'intervalle entre les deux fils ou points donnés ; (je ſuppoſe cet intervalle de 6 lignes) ; je fais la proportion & dis : Si pour 15 degrés parcourus par le Thermometre, le mercure eſt monté de 6 lignes, combien devra-t-il monter pour 90 degrés du même Thermometre ? Je trouve 36 lignes : c'eſt donc le chemin que feroit le mercure dans le tube, tandis qu'un Thermometre ſelon M. de Réaumur parcourroit 90 degrés. Cette quantité détermine la circonférence du fond de la rainure de la poulie ; ainſi en prenant un fil de ſoie, auquel on donne pour longueur 36 lignes, on fera la circonférence de la poulie de la grandeur requiſe, ſi on la diminue juſqu'à ce que ce fil l'enveloppe en entier.

705. On marquera ſur le cadran de ce Thermometre, comme ſur ceux ordinaires, chaud, tempéré, froid de tels ou tels lieux, &c.

CHAPITRE XXXVI.

Des Opérations de la main-d'œuvre pour l'exécution des Pieces d'Horlogerie.

706. LA matiere que je traiterai dans ce Chapitre ſera aſſez inutile aux Horlogers, puiſqu'il n'eſt ici queſtion que de quelques opérations de la main, objet aſſez connu aujourd'hui; ainſi afin qu'ils ne me blâment pas de m'être arrêté à des choſes qui leur ſont très-familieres, je commence par les prévenir qu'ils peuvent paſſer ce Chapitre ſans le lire. Mais pluſieurs Amateurs de Méchaniques m'ayant demandé ſouvent de joindre à mon Ouvrage quelques-uns des moyens d'exécution que l'on employe en Horlogerie, j'ai cru devoir le faire en leur faveur, & je m'y ſuis d'autant plus volontiers déterminé, que j'ai vu nombre de perſonnes nées avec d'heureuſes diſpoſitions pour les Méchaniques, & qui n'ont pu cultiver leur talent naturel, faute des ſecours qu'ils ont cherchés inutilement dans les livres.

707. Je m'arrêterai ſimplement à l'exécution de l'Horlogerie en Pendule, & me contenterai d'indiquer les principales opérations; mais elles ſeront ſuffiſantes pour conduire les Amateurs à les appliquer ou à des inſtruments de Phyſique & même à l'exécution de petites machines, comme les Montres, ſur-tout aidés par l'habitude de réfléchir ſur leurs opérations. D'ailleurs, quand même un Amateur voudroit parvenir à faire d'auſſi petites machines, il ſeroit toujours à propos qu'il commençât par l'Horlogerie en grand, par les raiſons que nous avons expliquées dans le *Diſcours préliminaire :* l'habitude feroit le reſte.

708. Nous prendrons ici pour exemple, l'exécution d'une Pendule à répétition, en la prenant dès la matiere brute & en la conduiſant juſqu'au point de lui donner le mouvement; & nous nous arrêterons enſuite à l'exécution de l'échappement à repos de Graham pour faciliter ceux qui deſireroient faire une Horloge à ſecondes : ainſi j'ai choiſi ici les machines qui réuniſſent les principales opérations de l'Horlogerie, & à l'aide deſquelles on pourra paſſer plus loin.

De la diſpoſition ou plan de la Machine.

709. Avant que d'entreprendre l'exécution d'une machine quelconque, il faut en avoir la diſtribution arrangée dans la tête, en concevoir bien les effets : alors on en fait le plan, ce que les Horlogers appellent *tracer le calibre.*

710. Je ſuppoſe donc que l'on veut exécuter une Pendule à reſſort à répétition, qui aille 15 jours ſans remonter : il faudra en faire le calibre, c'eſt-à-dire, tracer ſur un carton la poſition de chaque piece de l'Horloge, roues, &c; pour cet effet il faudra rechercher, par les méthodes que nous expliquerons dans la ſeconde Partie, les nombres convenables à donner aux roues d'une pareille l'Horloge.

711. On obſervera, en déterminant ces nombres, qu'il faut tenir les roues les plus petites qu'il eſt poſſible, afin de diminuer leur peſanteur & par conſéquent les frottements; mais en conſervant cependant les dents aſſez fortes pour l'effort qu'elles ont à vaincre : il eſt ſur-tout eſſentiel que la roue de barillet ſoit épaiſſe & qu'elle ait de groſſes dents : en voici à peu près la proportion établie par l'uſage. Une roue de barillet du mouvement d'une Horloge à 15 jours qui a 2 pouces de diametre & 2 lignes d'épaiſſeur, peut porter 80 dents; on pourroit lui en donner un plus grand nombre, mais il ſeroit dangereux de le faire, non pas que l'on eût à craindre que la ſimple action du reſſort pût les courber ou caſſer; mais lorſqu'un reſſort vient à caſſer, il arrive très-ſouvent que par le choc qu'il produit, les dents du barillet, ou celles du pignon dans lequel il

engrene, caſſent ; quelquefois même un reſſort caſſé fait ſauter les dents du barillet & du pignon, ou le pivot de la roue de longue tige. C'eſt par ces raiſons qu'il ne faut pas trop nombrer les barillets, ni faire de longues dentures à ces roues & à leurs pignons ; il ne faut pas non plus que les dents de la roue & du pignon ſoient trop vuides : les mêmes obſervations ſerviront pour les dents de la grande roue moyenne & du pignon de longue tige ; on doit ſur-tout en faire uſage lorſque le barillet doit ſervir à un rouage de ſonnerie ; car alors le reſſort moteur doit néceſſairement être plus fort, afin de faire frapper le marteau avec force ſur le timbre ; & ſi un tel reſſort vient à caſſer, il produit des effets plus violents encore.

712. Cela entendu, voyons la maniere dont il faut diſtribuer le rouage de l'Horloge pour la faire aller 15 jours : je ſuppoſe que l'on veut le placer dans un cartel, dont l'ouverture de la lunette permet d'employer une cage qui ait 4 pouces de diametre & qui ſoit ronde ; dans ce cas le barillet pourroit avoir environ 2 pouces de diametre (*voyez Planche V*, *fig.* 1) ; car il faut qu'il paſſe vis-à-vis du pignon de longue tige, lequel doit néceſſairement être au centre de la cage pour que les aiguilles ſoient au centre du cadran, on voit même que le barillet déborde un peu la cage : or dans un barillet de 2 pouces, on peut employer un reſſort qui, ayant une force convenable, puiſſe avoir 6 tours de bande utile ; car il faut qu'il faſſe dans ce cas 7 tours $\frac{1}{2}$, pour ne pas le remonter juſqu'au haut & ne pas le laiſſer développer juſqu'au bas : on aura par ce moyen un reſſort, dont l'action ſur ce rouage ſera moins inégale ; pouvant donc faire 6 tours, il faut, ſelon ce que l'on ſe propoſe, que ces ſix tours de bande utile puiſſent faire marcher la machine pendant 15 jours ; or on voit que ſi l'on faiſoit engrener la roue de barillet immédiatement dans le pignon de longue tige, la roue de barillet ne pouvant avoir que 80 dents, & le pignon en ayant, je ſuppoſe, 6, celui-ci feroit 13 $\frac{1}{3}$ tours pour un du barillet, leſquels étant multipliés par 6, nombre de tours du reſſort, on auroit 80, qui exprimeroit le nombre de tours que la roue de longue

tige feroit pendant les ſix tours du barillet : or la roue de longue tige doit porter l'aiguille des minutes, & par conſéquent reſter une heure à faire un tour ; ainſi cette machine n'iroit que 80 heures ſans monter, c'eſt-à-dire, 3 jours 8 heures ; on ſera donc obligé d'employer une roue intermédiaire *C* entre le barillet & la roue de longue tige, afin de faire aller l'Horloge 15 jours. Quoique nous ayons parlé aſſez au long dans notre ſeconde Partie, de la maniere de trouver les nombres qu'il faut donner aux roues, nous employons ici une méthode ſimple, pour ne pas interrompre la marche que l'on doit ſuivre.

713. Il faut chercher combien 15 jours contiennent d'heures, afin de ſavoir combien en 6 tours de barillet la roue de longue tige doit faire de tours : on multipliera donc 15 par 24^{h}. & on aura 360, nombre d'heures ou révolutions de la roue de minutes en 15 jours ; & pour ſavoir combien la roue de longue tige fait de tours pour un du barillet, on diviſera 360 par 6, & on aura 60 ; & ſelon la méthode du Chap. VIII, (*ſeconde Partie*) on prendra tous les diviſeurs premiers de 60.

714. Ainſi diviſant 60 par 2, on aura 30, lequel diviſé par 2 on a 15, qui ne peut plus être diviſé par 2 ; on le diviſera donc par 3 ; on aura 5 pour quotien, & comme 5 n'eſt diviſible que par 5, 5 ſera le dernier diviſeur premier.

715. On a donc pour diviſeurs de 60, 2, 2, 3, 5 : que je partage en deux lots 2, 3 ; 2, 5 ; multipliant les nombres d'un même lot l'un par l'autre, on aura $\frac{6}{1}$ & $\frac{10}{1}$ qui exprimeront le nombre de tours que doit faire la roue de minutes pour un de la grande roue moyenne, & celle-ci pour un du barillet : or pour n'avoir pas une roue de barillet trop nombrée, je choiſirai $\frac{6}{1}$ pour l'expoſant du barillet : ainſi en employant un pignon de 12 pour engrener dans le barillet, je multiplierai $\frac{6}{1}$ par 12 & j'aurai $\frac{72}{12}$, dont le numérateur déſigne le barillet, & le dénominateur, le pignon ; voulant employer pour la longue tige un pignon de 8, je multiplierai $\frac{10}{1}$ par 8, j'aurai $\frac{80}{10}$; ainſi 80 déſigne la grande roue moyenne, & 10 le pignon de longue tige ; on aura donc des roues telles qu'on les demandoit. Paſſons aux roues qui doivent régler la marche de l'Horloge en entretenant le mouvement du pendule.

716. Je ſuppoſe que le pendule puiſſe avoir 9 pouces $\frac{1}{4}$ environ de longueur ; on trouve dans la table des longueurs, à la fin de la ſeconde Partie, qu'un tel pendule bat 7200 vibrations par heure : on prendra d'abord la roue d'échappement à volonté ; mais on obſervera que pour faire un bon échappement, il faut que les dents de cette roue ſoient beaucoup plus diſtantes entr'elles que celles des autres roues, & d'autant plus que cette roue eſt la plus petite du rouage & doit être légere pour diminuer le frottement ; ainſi, au lieu que dans les autres roues on peut employer juſqu'à 80 dents, celle-ci n'en doit avoir que depuis 25 juſqu'à 33 ; on ne peut y en mettre 36 ſans en augmenter le diametre ; je ſuppoſe ce diametre de 10 lignes, qui ſera une bonne grandeur, & qu'on lui donne 30 dents pour avoir environ une ligne de diſtance entr'elles : on a vu (26) que chaque dent produit 2 vibrations au pendule ; ainſi chaque tour de la roue en produit 60 : ſi donc on diviſe le nombre 7200 des vibrations du pendule en une heure par 60, on aura le nombre de tours que devra faire la roue d'échappement pour un de la roue de longue tige : on trouve que 7200 diviſé par 60 donne 120, ainſi le rochet d'échappement doit faire 120 tours pour un de la roue des minutes. On ſera donc obligé de placer une roue intermédiaire entre la roue de longue tige & le rochet d'échappement ; car pour que la roue de longue tige pût engrener immédiatement dans le pignon de la roue d'échappement, en ne donnant à celui-ci que 6 dents, la roue de longue tige devroit en avoir 720, ce qui eſt impoſſible ; on y en employera donc deux ; & pour en trouver les nombres, on ſe ſervira de la méthode précédente : on prendra les diviſeurs premiers de 120 qui ſont 2, 2, 2, 3, 5, qu'on partagera en deux lots pour deux roues, comme 2, 2, 3 & 2, 5 ; ou bien 2, 2, 2 ; 3, 5 ; mais les premiers ſont préférables, parce qu'ils fourniſſent des roues dont les nombres different moins l'un de l'autre : on a donc $2, 2, 3 = \frac{12}{1}$ & $2, 5 = \frac{10}{1}$; ainſi en employant des pignons de 6, on aura $\frac{72}{6}$ & $\frac{60}{6}$: on prendra 72 pour la roue de longue tige, & 60 pour celle de champ. On pourroit prendre la roue 60 pour celle de

longue tige; mais il faut remarquer que de même que les roues doivent aller en décroiſſant de grandeur à meſure que leurs vîteſſes augmentent, de même le nombre de leurs dents doit diminuer auſſi, afin de proportionner les dents aux efforts : il n'y a que le barillet qui étant la plus grande des roues n'eſt cependant pas la plus nombrée par les raiſons que nous en avons données.

717. Voici donc les nombres qu'il faut donner à ce rouage de l'Horloge, qui eſt néceſſairement compoſé de 5 roues, comme on le voit *Planche V*, *fig.* 1 : la roue de barillet *B* de 72 dents engrene dans le pignon *b* de 12 dents, qui porte la grande roue moyenne *C* de 80 dents, & qui engrene dans le pignon de longue tige *c* de 8 dents, ſur lequel eſt rivée la roue de longue tige *D* de 72 dents qui s'engrene dans le pignon *d* de ſix dents, ſur lequel doit être fixée la roue de champ *E* de 60 dents, qui engrene dans le pignon *e* de ſix ailes, ſur l'axe duquel eſt fixé le rochet d'échappement *F* de 30 dents : on aura donc ainſi le rouage d'une Horloge propre à marcher 15 jours ſans remonter, avec un reſſort qui fera 6 tours, & le pendule fera 7200 vibrations par heure & aura 9 pouces 2 lignes $\frac{2}{12}$ de longueur.

718. Cela ainſi trouvé, on tracera ſur un carton la roue de barillet; on marquera avec un crayon un trait concentrique au barillet de la grandeur du rochet; on aura la premiere & la derniere roue; & comme entre ces deux il y a trois roues intermédiaires, on diviſera l'eſpace 1, 5 en trois parties, par leſquels on décrira les circonférences 2, 3, 4, qui donneront aſſez bien les grandeurs convenables des roues *C*, *D*, *E*, que l'on tracera ſur le calibre, en leur donnant la poſition marquée par la figure. La poſition de la roue *D* eſt donnée puiſqu'elle doit être au centre de la cage; celle du barillet eſt auſſi donnée, ainſi la poſition de la roue *C* devient par-là déterminée; il n'y a que par rapport au côté où elle doit être placée, qui doit être à l'oppoſite du rouage de répétition, pour qu'elle ne le gêne pas. Les roues *D*, *E*, *F* doivent être placées ſur la ligne prolongée qui paſſe par le centre de la cage & du barillet;

par ce moyen le trou de remontoir ſe trouve ſur 6 heures, & l'ancre d'échappement ſe trouve placé à l'extrémité de la cage; ce qui eſt un avantage, par la raiſon que le centre de ſuſpenſion devant coïncider avec celui de l'ancre, on donne par ce moyen une plus grande longueur au pendule.

719. Par rapport aux nombres de dents qu'il faut placer ſur les roues qui doivent former le rouage de la répétition, pour régler l'intervalle entre les coups de marteau, il n'eſt pas néceſſaire d'en faire la recherche, parce que ces nombres ſont les mêmes à toutes les pieces, & qu'on ne peut pas les trouver par des regles immédiates, comme pour le rouage de l'Horloge ; car quoique le volant ſoit ce qui détermine en partie la vîteſſe du rouage *L M N V*, le volant reſtant le même, ainſi que les dents du rouage, il tournera cependant plus vîte, ſi le reſſort moteur eſt plus fort, & au contraire; effet que n'éprouve pas le pendule : ce n'eſt donc que par l'expérience que l'on a déterminé les nombres de ces roues; & que pour corriger les inégalités de vîteſſes produites par les différents reſſorts, on fait des volants plus larges ou plus étroits, &c.

720. On change encore la vîteſſe du rouage d'une répétition (& de même d'une ſonnerie) en faiſant engrener plus ou moins le pignon de volant dans ſa roue ; ſi l'engrenement eſt profond, cela ralentit la vîteſſe ; & au contraire : pour cet effet, on fait rouler le pivot de volant dans le trou excentrique d'une vis de laiton qui tourne à frottement ſur la platine, de ſorte que ſelon qu'on fait tourner cette vis, on fait approcher ou éloigner le pignon de la roue.

721. Voici les nombres que l'on employe communément pour le rouage d'une répétition de Pendule : on donne à la roue *L* 72 dents; elle engrene dans un pignon *f* de ſix ailes qui porte la roue *M* de 60 dents; elle engrene dans un pignon *g* de 6 dents, ſur l'axe duquel eſt fixée la roue *N*; celle-ci a 54 dents, & engrene dans le pignon *h* de volant de ſix ailes.

722. Nous avons dit (106) que la roue de cheville *G* doit porter 12 chevilles pour faire frapper les heures & trois pour les quarts ; cette roue doit donc porter 15 chevilles ;

mais il faut obſerver qu'elles ne ſont pas placées à égales diſtances, & que par conſéquent il ne faut pas ſeulement diviſer cette roue en quinze parties, mais en un plus grand nombre ; car, 1°, pour bien diſtinguer les heures d'avec les quarts, il faut qu'après que la derniere heure a frappé, il y ait un intervalle plus grand qu'entre les ſimples heures, pour aller au premier quart ; on diviſera donc cette roue *G* en 17 parties, dont 12 ſeront pour les heures : entre la derniere cheville & la premiere qui doit ſervir au quart, on paſſera une diviſion ſans y mettre de cheville ; on laiſſera trois diviſions pour les chevilles des quarts, & il reſtera un intervalle entre la derniere cheville des quarts & la premiere des heures, où il n'y aura pas de cheville ; ainſi toute la circonférence de cette roue *G* de cheville ſera employée utilement, en laiſſant de plus grands intervalles entre les chevilles, ce qui facilitera l'exécution de la répétition, les baſcules, &c.

723. On tracera donc ſur le calibre le rouage de la répétition, de maniere qu'il ne gêne pas celui de l'Horloge ; mais pour régler la poſition de la roue *G*, il faut avoir égard à la conſtruction que l'on veut donner à la cadrature. Suppopoſons que l'on veuille employer celle de la *fig.* 2, qui eſt bonne, on placera ſur le calibre la roue *G*, comme elle eſt dans la *fig.* 1 : pour faciliter l'exécution, on pourra tenir les roues plus grandes qu'elles ne ſont marquées dans la *fig.* 2, il ſuffit qu'elles ne gênent pas le rouage du mouvement ; il n'y a que la roue *G* qui ait une poſition fixe ; on peut faire aller les roues *M*, *N*, *V* de quel côté que l'on veut : on peut bien changer auſſi la poſition de la roue *G* ; mais dans ce cas il faut changer toute la diſpoſition de la cadrature.

724. Le plan ainſi tracé, on marquera deſſus, la place des piliers, qui ſeront au moins au nombre de quatre ; car lorſque les platines ſont fort grandes, il en faut placer un dans le milieu auprès des roues, pour rendre la hauteur de la cage invariable : en diſtribuant les piliers, il faut en placer toujours deux auprès du barillet. Lorſque les Pendules ſont à roues de rencontre, il faut auſſi en placer près de la roue de champ ; en

en général il faut placer les piliers près des roues.

725. Ce plan repréſentera donc l'intérieur de la platine des piliers, & la figure 2, le dehors de l'autre platine.

726. On tracera de l'autre côté du carton les roues de cadran, comme elles ſont vûes (*fig.* 3) en donnant à ces roues des nombres qui ſoient tels que pendant que la roue de longue tige *D* (*fig.* 1 *&* 4) fait 12 tours, (ainſi que la chauſſée *m* *fig.* 3 *&* 5 qu'elle porte) la roue de cadran *C* en faſſe un. Pour cet effet, voici les nombres les plus convenables : roue de cadran *C*, 72 dents, menée par le pignon *r* de la roue de renvoi qui en aura 6, & fera par conſéquent 12 tours pour un de la roue *C* : ainſi en donnant aux roues *S* & *m* même nombre de dents, comme 36, par exemple, la roue *C* reſtera 12 heures à faire un tour.

727. Nous ne nous arrêterons pas maintenant à preſcrire la diſpoſition de la cadrature & les regles à ſuivre : nous traiterons cette partie, lorſque nous aurons parlé de la main-d'œuvre du rouage.

II. De l'exécution du Rouage de l'Horloge à Répétition.

1°. *Monter la Cage.*

728. Il faut prendre deux morceaux de laiton pour faire les platines, qui ſoient environ 3 lignes plus petits que le calibre ; & comme ces platines, pour être ſolides, doivent avoir au moins une ligne d'épaiſſeur lorſqu'elles auront été planées & limées, on prendra du laiton qui ait au moins une ligne & demie d'épaiſſeur. Etant ainſi choiſies, on percera au milieu un petit trou de foret pour ſervir à contenir la pointe d'un compas à couper, avec lequel on coupera les angles des morceaux de laiton ; ou ſi on les prend dans la planche même, cela évitera de les couper avec des ciſailles : les platines ainſi coupées, on les limera tout autour en ôtant foiblement les angles : on appelle cela les *ébarber*.

729. Ainſi préparées, il faut les durcir à coup de marteau, ce qu'on appelle *forger*, *écrouir* ou *planer*. Pour cet effet il faut les frapper ſur un tas (qui eſt une eſpece d'enclume dont la ſurface eſt un peu arrondie & polie, & que l'on poſe ſur un billot) avec le côté du marteau qu'on appelle la *pane*; la pane doit être épaiſſe & arrondie, pour ne pas ſéparer trop fortement les parties du cuivre. Quand on a bien forgé les côtés des platines avec la pane, on ſe ſert du plat d'un marteau, dont la tête eſt un peu arrondie, pour effacer les coups de la pane, leſquels ont ſervi à durcir les platines juſqu'au centre; car il eſt bon d'obſerver que le plat du marteau ne durcit que la ſuperficie, au lieu que l'autre reſſerre la matiere juſqu'au centre de l'épaiſſeur de la platine.

730. Il faut avoir une grande attention, pour ne pas faire fendre les platines, de forger également par rangée parallele ou circulaire; car ſi après qu'elles ont acquis un certain degré de dureté, on frappoit trop fortement ſoit ſur un côté ſoit dans le milieu, elles ſe fendroient tout-à-coup : en général il faut que les coups de marteau ſoient donnés parallélement aux côtés, quand ce ſont des platines quarrés; & ſi ce ſont des platines rondes, comme celles dont il eſt ici queſtion, on peut les forger, ou comme ſi elles étoient quarrées en commençant par un bord, & en allant par rangées paralleles juſqu'au bord oppoſé; ou bien on peut les forger par des rangées de coups circulaires, en allant ainſi du bord au centre : cette méthode eſt préférable pour conſerver les platines rondes; au lieu que par l'autre on les rendroit ovales, & que pour les amener à la grandeur convenable, il faudroit les aggrandir plus qu'il n'eſt beſoin.

731. Mais pour éviter cet embarras, il faut couper d'abord les platines quarrées, & les forger (après les avoir ébarbées) tout comme ſi elles devoient reſter quarrées.

732. A meſure qu'on forge les platines, il faut les rendre bien égales d'épaiſſeur; & lorſqu'elles ſont bient planées & unies, il ne s'agit plus que de les dreſſer, ce que l'on fera en préſentant une regle d'acier bien dreſſée, & frappant du plat

du marteau ſur la partie courbe de la platine en allant toujours parallélement, juſqu'à ce que, de quelque côté qu'on préſente la regle, on voye la platine droite; alors on percera un petit trou au milieu, & avec le compas à couper, on coupera les platines de la grandeur du calibre : on préſentera de nouveau la regle, pour voir ſi en coupant les angles des platines elles ne ſe ſont pas courbées; ſi cela eſt, on les redreſſera.

733. On préparera un morceau de bois bien uni ſur lequel on les aſſujettira pour les limer : cette piece portera en deſſous un tenon pour l'attacher à l'étau; le bois doit être de chêne bien dreſſé; on y applique la platine qu'on veut limer, & on l'y arrête avec une tenaille à vis; enſuite on ôte le noir du cuivre avec une lime d'*Allemagne*, & on dreſſe la platine avec une lime d'*Angleterre bâtarde*.

734. Quand elle a été limée bien droite & unie d'un côté, on la retourne de l'autre; & l'on fait la même opération, ayant ſoin de conſerver les platines bien égales d'épaiſſeur, ſi elles le ſont, & de les rendre égales, ſi cela n'eſt pas; il ne reſte alors qu'à les adoucir avec une lime *d'Angleterre douce*.

735. Cela ainſi préparé, on choiſit la platine la plus épaiſſe, (je l'appelle indifféremment *Platine des piliers* ou *premiere Platine*, j'appellerai l'autre la *ſeconde Platine*); & après avoir percé le carton ſur lequel eſt tracé le calibre d'autant de petits trous qu'il y a de roues, & de même pour les piliers, on appliquera le côté du calibre où les roues du rouage ſont tracées, contre cette platine, ayant attention que les centres coïncident; pour s'en aſſurer, on fera paſſer une cheville à travers; tenant alors fortement arrêté le calibre contre la platine, on marquera avec une pointe par tous les trous du calibre des petits points qui indiqueront la place du rouage & des piliers : alors on ôtera le calibre, & on tracera légerement les roues : on prendra un foret qui ne ſoit pas tout-à-fait de la groſſeur que l'on veut donner aux pivots des piliers, c'eſt-à-dire d'environ 2 lignes, & on percera dans la platine les trous des piliers. Cette platine ſera celle qui doit porter les piliers; le côté ſur lequel le calibre eſt tracé ſera le côté extérieur de cette platine.

736. On appliquera ſur ce côté extérieur de la platine des piliers la ſeconde platine ; on fera paſſer un petit arbre liſſe par le trou de l'une & de l'autre pour les faire bien coïncider ; on fixera ces deux platines l'une avec l'autre au moyen de deux tenailles à vis ; alors on percera les trous des piliers à la ſeconde platine, ayant attention de ſe ſervir du même foret qui a percé ceux de la platine des piliers.

737. On percera près des piliers quatre trous d'environ demi-ligne de groſſeur, & on paſſera un écariſſoir dans ces quatre trous, pour les rendre unis, ayant attention à faire entrer cet écariſſoir par le côté de la ſeconde platine : on marquera ſur le bord des platines un repaire, c'eſt-à-dire, deux traits formant un *V*, afin qu'après avoir ôté les tenailles on puiſſe repréſenter les platines l'une ſur l'autre dans la même poſition qui a ſervi à percer les trous des piliers : cela fait, on ôtera les tenailles, & on chaſſera à la ſeconde platine aux trous qui ſont à côté de ceux des piliers, des chevilles bien rondes & adoucies, qui ſeront de fil de laiton durci, que l'on fera entrer par le même côté par où a paſſé l'écariſſoir, ce que l'on connoîtra par le repaire ou *V* formé ſur le bord de la platine, qu'il ne faudra que préſenter contre l'autre platine pour voir quel étoit le côté extérieur : on chaſſera enſuite à force quatre chevilles qu'on coupera *à fleur* de la platine du côté dont on les a chaſſées, & qu'on laiſſera ſaillantes de l'autre.

738. On préſentera cette platine contre l'autre, ſelon ſon repaire ; & ſi les chevilles entrent trop fortement dans les trous de la premiere platine, on paſſera légérement un écariſſoir juſqu'à ce qu'elles entrent par un bon frottement ; alors on limera l'excédent des chevilles, ſi elles ſont plus longues que l'épaiſſeur de la premiere platine ; & les deux platines ainſi aſſemblées, on limera les bords tout autour & parfaitement, ſelon le trait du compas, & de la grandeur du calibre ; on adoucira ces bords qui devront être d'équerre avec le plan des platines.

739. On paſſera dans les trous des piliers un écariſſoir

qui en rende les trous bien unis, & les faſſe parfaitement coïncider chacun à chacun : on retracera le repaire, ſi on l'avoit effacé ; quand les platines ſeront ainſi bien préparées, on travaillera à faire les piliers.

740. Pour faire les piliers d'une Pendule, on ſe ſert ordinairement de cuivre fondu : ces piliers ont deux baſes qui ſont plus ou moins grandes, ſelon la hauteur des piliers : par exemple, pour des piliers qui ont 15 lignes de hauteur, comme doivent à peu près être ceux de cette répétition (*Planche V*) la baſe des piliers eſt de 5 lignes, & le corps n'en a que trois, & les pivots 2 : on réſerve ordinairement dans le milieu de la longueur des piliers une boule que l'on prétend qui orne le pilier, car elle n'a pas d'utilité. On donne à cette boule un peu plus de groſſeur qu'aux baſes ; le corps des piliers doit être plus gros du côté de la baſe qui ſe rive à la platine ; ils ſont, par ce moyen, plus en état de réſiſter aux coups qu'ils peuvent recevoir quand la cage eſt démontée ; c'eſt pour cette même raiſon qu'il faut employer du cuivre bien doux ; car ſans cela le moindre coup les fait caſſer lorſqu'ils ſont rivés ſur leur platine.

741. Pour faire ces piliers, on commence par en faire des modeles en bois de la figure que l'on veut qu'ils ayent; il faut tenir ce modele plus gros, & parce qu'étant jettés en moule, ils viendront plus petits que le modele, & parce qu'ils diminueront au tour.

742. En prenant ainſi les piliers fondus, il faut en forger chaque partie, les pivots, les baſes & le corps ; enſuite on marquera avec un *pointeau* (outil d'acier trempé, dont la pointe eſt tournée & conique) des points aux bouts des pivots du pilier le plus court : on les marquera d'abord foiblement, afin que ſi en préſentant ces points ſur les pointes du tour, & qu'en faiſant rouler le pilier, s'il ne tourne pas rond, on puiſſe rejetter le point ſur un côté, & juſqu'à ce que le pilier tourne bien rond : alors on mettra ſur l'un des pivots un cuivrot qui ſervira à tourner le pilier.

743. On le tournera d'abord rond ([a]) dans toute ſa longueur; enſuite on tournera les aſſiettes, c'eſt-à-dire, les côtés qui doivent s'appliquer ſur les plans des platines; on prendra l'outil décrit (485) & qui eſt repréſenté (*Planche XVIII, fig. 9*) qu'on appelle *le Maître-danſe*; on prendra ſur un pied diviſé en lignes la hauteur qu'on veut donner à ſes piliers, & on réduira ce pilier qu'on tourne à cette hauteur, & juſqu'à ce que les bouts *c d* de l'outil comprennent bien juſtes ces deux aſſiettes; on tournera les pivots de la groſſeur donnée; on arrondira le bout de celui qui ne doit pas être rivé : on laiſſera ce pivot de longueur convenable pour ſaillir à travers la ſeconde platine d'environ une ligne & $\frac{1}{2}$, afin qu'il y ait de quoi goupiller ces piliers; on creuſera très-légérement le milieu des aſſiettes, afin que ce ſoit les bords qui portent ſur les platines; enſuite on tournera le reſte du pilier, on paſſera une lime douce & on le polira, en employant pour cela du bois *blanc* & de la pierre *pourrie* broyée avec de l'huile, en appuyant fortement avec le morceau de bois.

744. On marquera ſur le pivot qui doit ſe river, un trait profond, lequel ſera diſtant de l'aſſiette, de l'épaiſſeur de la platine des piliers, plus, la quantité requiſe pour la rivure, c'eſt-à-dire, en tout environ une ligne un quart, dont près d'un quart de ligne ſervira à river le pilier.

745. On voit que pour n'avoir pas à placer deux fois ce cuivrot ſur le pilier, qu'il faut que le pivot ſur lequel on prend la rivure, ſoit aſſez long pour contenir un cuivrot au bout, & pour réſerver entre le cuivrot & l'aſſiette un pivot pour river à la platine : ce pilier fait, on fera les trois autres de même, en leur donnant à tous la même forme, groſſeur & hauteur qu'au premier que l'on a fait : alors on ſciera les bouts de pivots qui portoient le cuivrot; on ſe réglera pour cela ſur le trait que l'on a fait au tour pour régler la longueur du pivot.

---

[a] Je ſuppoſe qu'on s'eſt amuſé à tourner & à limer, & qu'on a acquis aſſez d'habitude pour ſavoir tourner & limer paſſablement; ainſi je ne m'arrêterai point ici à preſcrire la maniere de manier ces outils : il faut s'exercer : on me doit tenir quelque compte du détail dans lequel j'entre ici, ſans exiger juſqu'à la moindre opération.

746. Les piliers étant faits, on ſéparera les deux platines; & prenant celle des piliers, on prendra un pilier, & on préſentera le pivot qui doit être rivé pour le faire entrer dans un des trous; mais comme ces trous ſont plus petits que les pivots, ne les ayant pas faits de deux lignes, on l'aggrandira juſqu'à ce que le pivot entre bien juſte: cela étant fait, on marquera ſur le bout de ce pivot un petit trait, & on en fera autant ſur l'angle de la platine à côté du trou du pilier: cela ſervira de repaire juſqu'à ce que la cage ſoit montée: on prendra un ſecond pilier, on l'ajuſtera de la même maniere; & pour faire le repaire, on fera deux traits au pivot & autant à la platine; & pour le troiſieme, on fera trois traits; le quatrieme n'a pas beſoin de repaire.

747. Les piliers ainſi ajuſtés ſur la platine, on fera avec une lime à *queue de rat* (petite lime ronde) un chanfrein tout autour du trou de chaque pilier ſur le côté extérieur de la platine; on adoucira d'abord avec de la pierre ponce & de l'eau le dedans de la platine à l'endroit des piliers; enſuite on y *paſſera* une pierre douce, & enfin on polira cette place des piliers avec de la pierre pourrie & du buffle collé ſur du bois. On placera les piliers dans leurs trous: on prendra la ſeconde platine, & on préſentera ſon repaire vis-à-vis de celui de la platine des piliers, afin de faire convenir le trou du pilier tel qu'il a été percé avec le bout du pivot actuellement dans le trou de la platine des piliers: pour cet effet, on obſervera qu'il faut que le côté qui étoit appliqué contre le dehors de la platine des piliers, lorſqu'on a formé les trous des piliers, doit être le côté extérieur de la ſeconde platine, lorſqu'elle ſera poſée ſur ces piliers; les tenons de cette platine déſigneront donc ce côté: ainſi on prendra un des piliers qui ſont actuellement ſur la premiere platine, & on fera entrer le pivot dans le trou correſpondant de la ſeconde platine; ſi ce trou n'eſt pas aſſez grand, on l'aggrandira avec l'écariſſoir: on paſſera enſuite à un autre pilier, ayant toujours attention à préſenter le repaire de la ſeconde platine pour correſpondre à celui de la premiere, afin que s'il y a quelques différences dans la groſſeur des pivots, on n'aggrandiſſe pas un trou l'un pour l'autre.

748. Les pivots ainſi ajuſtés dans les trous de la ſeconde platine, on ôtera les *bavures* que l'écariſſoir aura faites, & la cage ſera prête à monter. En préſentant la ſeconde platine ſur les piliers, il ne ſera donc plus queſtion que de river les piliers après leur platine ; pour cet effet, on prendra un cuivrot qui ſoit juſte de la groſſeur des bouts de pivots, qui ſaillent à travers la ſeconde platine ; on le limera bien plat ; on le placera ſur un *petit tas* (eſpece d'enclume d'acier poli qui porte un tenon pour l'attacher à l'étau) & on placera le bout d'un pivot de pilier dans ſon trou, & tenant fortement la cage pour qu'elle ne ſe démonte pas, on prendra un marteau de moyenne groſſeur, & on rivera avec la pane le pivot ſur la platine des piliers : on fera la même opération à tous les piliers les uns après les autres, en prenant garde de ne pas frapper aſſez fort pour affaiſſer ou courber les piliers, mais au contraire en les ménageant extrêmement ; car il faut qu'en ôtant la ſeconde platine, elle rentre librement & ſans gêne, & qu'en préſentant une équerre ſur le plan d'une platine, le côté de la cage ſoit d'équerre en tournant l'équerre tout autour, ce qui prouvera que les piliers ſont bien perpendiculaires aux plans des platines.

749. Or cela étant ainſi, on voit l'uſage des tenons qui ont ſervi à aſſembler les deux platines pour percer les trous des piliers : car ſi l'on replace de nouveau ces platines, ſelon leurs repaires, en appliquant le dehors de la ſeconde platine contre le côté extérieur de celle des piliers, & qu'en cet état on les perce toutes deux enſemble d'un trou fait avec un foret ; ſi enſuite mettant la ſeconde platine à ſa place pour former la cage, on y place une roue dont les pivots roulent dans les trous dont on vient de parler, on voit, dis-je, que l'axe de cette roue ſera perpendiculaire aux plans des platines ; car ces piliers ayant été percés de la même maniere que le trou ſuppoſé, ſont perpendiculaires à ce plan : donc le trou doit l'être auſſi : cette méthode eſt très-utile dans la conſtruction des Pendules pour placer les roues droites en cage & d'une maniere ſûre & facile.

750. Pour achever la cage, il ne reſtera plus qu'à percer les trous de goupilles aux bouts des pivots, qui ſaillent hors de la ſeconde platine; les trous pourront avoir environ $\frac{1}{3}$ de ligne de diametre; on les proportionnera à la groſſeur du bout du pilier, de maniere que la goupille qu'on y placera ſoit aſſez forte pour être chaſſée à force dans les trous, ſans plier, mais qu'elle ne le ſoit pas aſſez pour pouvoir forcer & écarter les pivots des piliers: pour percer ces trous de goupilles, on fera un foret angulaire bien en pointe, que l'on préſentera le plus près de la platine qu'il ſe pourra, afin que les trous ſoient juſte à fleur de la platine: on dirigera ces trous comme on le voit dans la *fig.* 2, *Planche V.*

2°. *Faire les Roues.*

751. Pour faire la roue de barillet *B*, il faut tourner un modele en bois du même diametre qu'elle eſt tracée ſur le calibre, & qui aura 2 lignes & $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur. Du côté où l'on doit placer la virole de barillet qui doit contenir le reſſort, on réſervera au centre une *têtine* qui aura 5 lignes de diametre, & la même épaiſſeur que la roue. On creuſera depuis cette têtine ponctuée *B* (qui doit être de l'autre côté de la roue) & juſques en *6*, à la profondeur d'une ligne; ainſi le fond *B 6* du barillet aura 1 ligne & $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur: la creuſure *6* doit s'étendre aſſez près du bord de la roue, pour qu'il reſte ſeulement de quoi former les dents de la roue avec une petite épaiſſeur au-deſſous, qui les rende ſolides; mais il faut toujours laiſſer plus d'étoffe au modele: on attend pour terminer la creuſure *B 6*, que la dent ſoit fendue.

752. Le modele ainſi fait, & la roue fondue, & avec du cuivre bien doux, on forgera cette roue, d'abord en commençant par la têtine, enſuite par le fond, enfin par le rebord *6*.

753. On coupera toutes les autres roues du rouage, afin de les forger de ſuite en même temps, & de les tourner de ſuite; parce qu'il faut, autant qu'il eſt poſſible, ne pas changer

alternativement d'opération, ce qui fait perdre beaucoup de temps.

754. On prendra donc d'abord pour la grande roue moyenne *C*, du laiton en planche qui ait une ligne & $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur ; on y coupera cette roue avec le compas, mais plus petite qu'elle ne doit être : & il faudra, qu'étant forgée, elle ſe trouve propre à donner la grandeur marquée par le calibre, & que ſon épaiſſeur ſoit réduite à un peu moins d'une ligne, de ſorte qu'étant tournée & limée, elle ait $\frac{9}{12}$ de ligne d'épaiſſeur.

755. On prendra la roue de longue tige *D*, dans une planche de laiton qui ait un peu plus d'une ligne d'épaiſſeur (on la coupera plus petite qu'elle n'eſt marquée ſur le calibre) afin qu'étant forgée & réduite à $\frac{6}{12}$ de ligne d'épaiſſeur, elle ſoit bien durcie : on coupera dans la même planche de laiton les roues *E, F, G, L, M N*, & les roues de cadrans *C, S, m.* (*fig.* 3.)

756. On coupera le rochet d'encliquetage *R* (*fig.* 1.) de la répétition dans la même planche : on déterminera la grandeur de ce rochet, en réſervant aſſez d'étendue pour placer l'encliquetage ſur la roue *L* qui s'applique contre ce rochet.

757. On prendra le rochet d'encliquetage *R* de l'Horloge (*fig.* 3) dans du laiton qui aura 2 lignes & $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur pour être réduit à un peu plus d'une ligne $\frac{1}{2}$.

758. Toutes les roues étant ainſi coupées, on les ébarbera, & on les forgera en les réduiſant à l'épaiſſeur convenable, en obſervant de les tenir bien égales d'épaiſſeur : il ne faudra pas ſe ſervir de la pane du marteau, de crainte qu'en donnant quelques coups mal appliqués ſur les bords de la roue, on n'ébranle la matiere, comme cela arrive quand on manque d'adreſſe ; en ſorte qu'on eſt fort étonné, lorſqu'on vient à fendre les roues, de voir des dents qui ſe ſéparent de biais en deux parties, & tous les pores briſés : on ſe ſervira donc de la tête en frappant à coups égaux, & en tournant autour du centre de la roue qui ne doit pas ſe courber ; car ſi elle devient convexe, c'eſt une preuve de l'inégalité des coups, & que l'on a trop forgé le centre ou le bord.

759. Lorſqu'on conſerve les roues bien égales d'épaiſſeur en les forgeant, on peut les amener fort près de leur véritable épaiſſeur, en ſorte que le tour ne fait qu'achever de les dreſſer, & cela eſt bien plus avantageux pour les conſerver ſolides ; car ſi on les diminue d'épaiſſeur, après qu'elles ſont forgées, on ôte la croûte la plus dure du métal ; car quoique ces roues ne ſoient pas fort épaiſſes, le coup du marteau ne pénetre pas avec la même énergie juſqu'au milieu de l'épaiſſeur : c'eſt une attention qui échappe à la plupart des Ouvriers ; car il eſt très-rare de trouver des roues bien durcies, choſe qui eſt cependant fort eſſentielle pour la bonté d'une Horloge, non-ſeulement parce que cela diminue les frottements, mais encore parce que ces roues ſont moins ſujettes à ſe courber, & les dents à ſe fauſſer, ainſi que cela arrive aux roues molles.

760. On réduira donc les roues aux épaiſſeurs ſuivantes ; ſans s'embarraſſer ſi elles deviennent plus grandes qu'elles ne ſont marquées dans le calibre ; & pour les reconnoître on peut marquer avec une pointe des lettres qui les déſignent.

Grande roue moyenne *C*.	$\frac{9}{12}$	de lignes.
Roue de longue tige *D* . . .	$\frac{5}{12}$	
Roue de champ *E*	$\frac{4}{12}$	ou $\frac{1}{3}$
Roue d'échappement.	$\frac{3}{12}$	
Les roues *G* & *L* auront chacune .	$\frac{6}{12}$	
La roue *M*	$\frac{4}{12}$	
La roue *N*	$\frac{3}{12}$	
Les roues de renvois *m* & *S* auront la même épaiſſeur ; ſavoir	$\frac{6}{12}$	
Roue de cadran	$\frac{6}{12}$	
Le rochet *R* d'encliquetage de répétition	$\frac{7}{12}$	

761. Pour réduire ces roues au marteau fort près de l'épaiſſeur que nous avons indiquée, on ſe ſervira, pour en juger, d'un calibre à pignon (*Planche XVIII*, *fig.* 8) ; & encore une regle de cuivre ou autre, diviſée en pouces & en lignes ; & dont l'un des pouces ſoit ſubdiviſé en 12^e de ligne par des tranſverſales : ainſi on calibrera la roue tout autour en la tenant un

un peu plus forte, pour qu'étant tournée & limée, elle ſe réduiſe juſte aux dimenſions indiquées ci-deſſus.

762. Il ne ſera donc plus queſtion, avant de les fendre, que de les tourner de grandeurs convenables ; on ſe ſervira pour cela d'arbres à vis ſemblables à celui (*Planche XVIII, fig. 6*), mais qui ſeront proportionnés à la grandeur des roues ; pour cet effet, il faut en avoir pluſieurs.

763. Il faut les faire avec des vis à *rebours*, ſi l'on tourne en tenant le burin de la main gauche, afin qu'en tournant, l'écrou ne ſe deſſerre pas ; & au contraire, ſi l'on tient le burin de la main droite, les vis des arbres doivent être faites à l'ordinaire.

764. Il ne faut pas que l'aſſiette de ces arbres ſoit bien grande, il ſuffit qu'elle ait pour rayon la moitié de celui de la roue qu'on veut tourner ; par ce moyen on pourra tourner la roue d'épaiſſeur juſqu'au milieu de ſon diametre.

765. Les groſſeurs des vis doivent être proportionnées à la grandeur des arbres, afin que les petites roues n'aient pas des trous trop grands ; ce qui exige que les pignons portent des aſſiettes trop grandes, qui ne ſervent qu'à rendre la roue plus peſante, & à produire du frottement : voici les groſſeurs convenables qu'il faut que les portées des arbres ou pivots à vis ayent.

766. Pour toutes les petites roues, la portée de l'arbre, c'eſt-à-dire, la partie qui n'eſt pas taraudée, & ſur laquelle la roue doit entrer ; cette portée, dis-je, doit avoir une ligne & $\frac{1}{2}$ de diametre : on tiendra la vis un peu plus petite, afin que ſi, par un accident, l'arbre venoit à ſe courber, on pût remettre ronde la portée ſans la rendre plus petite que la vis ; ce qui ſeroit un défaut, puiſqu'en aggrandiſſant le trou de la vis pour entrer ſur l'arbre lorſqu'elle ſeroit contre l'aſſiette, elle auroit ſon trou plus grand que la portée ; ainſi on ne pourroit pas tourner la roue ronde ou tout au moins concentrique à ſon trou : on peut donner 5 lignes de diametre à l'aſſiette de ce petit arbre.

767. Il faut obſerver que, pour empêcher que cet arbre

ne ſe courbe, & pour qu'il ſoit ſolide & ne fléchiſſe pas tandis qu'on tourne la roue, qu'il faut tenir la vis & la portée la plus courte qu'il ſe pourra, & ſeulement propre à recevoir la plus épaiſſe des roues qu'on peut tourner ſur un tel arbre; c'eſt-à-dire, environ une ligne, ce qui formera la portée : il faut une ligne & $\frac{1}{2}$ de vis pour l'écrou ; & comme cet écrou n'aura ſeulement qu'une ligne d'épaiſſeur, il reſtera une demi-ligne pour une petite virole qu'il faut placer entre l'écrou & la roue; cette virole empêche l'arbre de ſe courber : on tiendra d'ailleurs cet arbre court, pour l'empêcher encore mieux de fléchir.

768. Un tel arbre ſervira à tourner les roues des minutes *m*, *S* (*fig.* 3) & les Roues *E*, *F*, *L*, *M*, *N*, (*fig.* 1).

769. On aura un ſecond arbre pour les roues *C*, *D*, *G* (*fig.* 1), & pour la roue de cadran *C* (*fig.* 3), la portée de cet arbre aura 2 lignes & $\frac{1}{4}$ de diametre, & la vis à proportion : l'aſſiette aura environ 8 lignes de diametre.

770. Un troiſieme arbre, qu'il faudra faire ou avoir, ſervira à tourner la roue de barillet : la portée aura 3 lignes de diametre & longue à proportion, ainſi que la vis : l'aſſiette aura un pouce de diametre.

771. On aura beſoin d'un quatrieme arbre qui ſervira pour les roues de barillet; lorſqu'on voudra faire une Horloge à ſonnerie un peu grande, il ſervira auſſi à tourner le couvercle du barillet : on pourra donner 3 lignes & $\frac{1}{2}$ au pivot de cet arbre. Au reſte, quand on fera de plus grands ouvrages, on augmentera la groſſeur de ces arbres à proportion.

772. Si l'on n'a pas la facilité d'acquérir de tels arbres à vis, on pourroit tourner les roues ſur des arbres liſſes ; mais les premiers ſont infiniment préférables, ſur-tout pour des perſonnes qui n'ont pas acquis une grande pratique ; car quoique les roues ſoient chaſſées à force ſur les arbres liſſes ; quand après bien de la peine on les a fait tourner droites, en tournant les côtés elles ſe défont aiſément, c'eſt-à-dire, qu'elles ſortent, puiſqu'elles ne tiennent que par leur épaiſſeur ; les arbres à vis ſont donc préférables ; & ſi l'on n'a pas la facilité d'en faire faire, il faut les faire ſoi-même.

773. Si l'Amateur qui veut travailler, & pour lequel j'écris ce Chapitre, a une machine à fendre, il réglera la groſſeur des arbres à vis ſur celle des taſſeaux de l'outil à fendre, ſur-tout pour ceux des barillets, afin qu'il ne ſoit pas obligé d'aggrandir le trou du barillet pour le faire entrer ſur le taſſeau; car comme il eſt néceſſaire qu'après que la roue a été fendue, elle ſoit remiſe ſur l'arbre (dont on s'eſt ſervi pour la tourner) pour achever de creuſer le fond, la têtine, & pour monter la virolle de barillet, on voit qu'on ne pourroit plus employer le même arbre, & qu'il faudra en prendre un plus gros (ou bien faire une virole); mais alors le trou de barillet deviendroit plus grand qu'il n'eſt beſoin.

774. Ayant donc des arbres tels que je viens de le dire, on aggrandira les trous que l'on avoit faits pour couper les roues: pour cet effet, on ſe ſervira de forets plus petits que le trou ne doit être, afin que l'écariſſoir acheve & faſſe le trou uni, juſqu'à ce qu'il entre ſur l'arbre qui doit ſervir à tourner la roue: on en fera de même à toutes les roues; on ôtera à chaque roue les rebarbes que l'écariſſoir a faites.

775. S'il y a des roues qui ſoient devenues beaucoup plus grandes en les forgeant que le calibre ne l'exige, on tracera ſur chacune, qui ſeront dans le cas, des traits de compas; on ôtera l'excédent avec une lime d'Allemagne, ce qui ſera plus expéditif que de le faire au tour; mais on obſervera qu'il faut réſerver une bonne demi-ligne de plus, pour emporter ſur le tour, afin d'être ſûr de la rondeur de la roue.

776. On commencera par la roue de barillet que l'on tournera bien ronde & droite: on ébauchera le fond de la têtine, & on tournera le plan de la roue jusquà l'aſſiette de l'arbre à vis. Pour la tourner de la grandeur convenable, ſans être obligé de la démonter pluſieurs fois pour la préſenter ſur le calibre, on ſe ſervira du maître-danſe, dont j'ai déja parlé; on prendra avec ſes pointes la meſure ſur le calibre, & on tournera la roue juſqu'à ce qu'elle entre juſte dans les pointes de l'outil: on pourra démonter la roue de deſſus l'arbre; mais avant de le faire, il faut marquer un repaire ſur l'aſſiette de l'arbre & ſur la roue, afin qu'après qu'on aura fendu la roue

& qu'en la remettant ſur l'arbre pour monter le barillet, il ſe retrouve parfaitement rond & droit ; c'eſt pour cette raiſon qu'il ne faudra pas limer le plan de la roue après qu'elle eſt tournée, juſqu'à ce que le barillet ſoit monté avec ſa virole.

777. On tournera de ſuite les autres roues ; on les mettra de grandeur en préſentant le maître-danſe ; & d'épaiſſeur en ſe ſervant du calibre à pignon.

778. On obſervera, par rapport à la roue *L*, qu'elle ne doit pas être plus petite que la roue des chevilles *G* ; car ces roues devant être portées par le même axe, on voit qu'il faut que la roue des chevilles paſſe devant la tige du pignon *M*, en même temps que la roue *L* engrene dans le pignon *f*, ce qui ne pourroit ſe faire ſi la roue des chevilles étoit plus grande que celle *L* : dans le plan de cette piece (*Planche V*, *fig.* 1) la roue *L* a été faite plus petite que celle *G*, pour qu'elle pût être vue, & on a fait un gros pignon pour pouvoir y engrener ; mais nous n'avons ici qu'un pignon de 6 dents, dont les ailes ne ſont pas aſſez ſaillantes de la tige, pour pouvoir aller engrener dans la roue : on évitera cet obſtacle en tenant les roues *G* & *L* de même diametre.

779. Toutes les roues étant ainſi tournées, on les limera bien plates ſur chaque côté & avec précaution ; & avec une lime bâtarde douce d'Angleterre, on enlevera ſeulement la place que l'aſſiette de l'arbre avoit réſervée, ayant bien ſoin de ne pas anticiper ſur la partie tournée & ſur le bord de la roue, afin de la conſerver d'une égale épaiſſeur : on fera la même opération à toutes les roues, (excepté à celle de barillet); enſuite on les fendra de la maniere que nous l'avons expliqué (431); il n'y aura que la roue des chevilles & la roue d'échappement qui ne doivent pas être fendues ; celle-ci ne ſe fend que lorſqu'elle eſt fixée ſur ſon pignon fini, afin de lui donner toute la juſteſſe poſſible ; & les diviſions pour les chevilles de la roue des chevilles ſe feront au compas, lorſqu'elle ſera fixée ſur ſon axe.

780. Pour fendre ces roues, on fera choix de fraiſes qui ſoient d'une bonne épaiſſeur ; en voici la regle : il faut que le vuide entre deux dents, formé par la fraiſe, ſoit moindre que

la dent, ce que les Horlogers appellent *avoir plus de plein que de vuide*. Pour trouver l'épaiſſeur de la fraiſe, on pourroit le faire en diviſant la circonférence de la roue (réduite en points ou 12^e de ligne) par le double du nombre de dents qu'elle doit avoir; on auroit en parties de ligne la largeur des dents & du vuide, en ſuppoſant le plein & le vuide égal; & on tiendroit la fraiſe un peu plus mince; mais c'eſt une opération inutile, & à laquelle on ſuppléra en prenant une fraiſe qu'on jugera devoir convenir au nombre de dents de la roue & ſelon ſon diametre: on ne fendra pas la dent en entier; mais on eſſayera, en marquant avec la fraiſe ſur l'angle de la roue, en faiſant tourner la plate-forme de quelques diviſions, ſi la petite entaille que l'on a faite à la roue eſt plus étroite que l'intervalle entre une autre entaille, c'eſt-à-dire, ſi la fraiſe laiſſe plus de plein que de vuide: on pourra fendre à travers la roue, & l'enfoncer de la quantité convenable.

781. On peut prendre pour regle de la longueur qu'il faut donner aux dents d'une roue, qu'elles doivent à peu près avoir pour longueur la diſtance d'une dent à l'autre; c'eſt-à-dire, que ſi de la pointe d'une dent à la dent prochaine l'intervalle eſt d'une ligne, on pourra enfoncer la fraiſe d'une ligne: ainſi la dent aura une ligne de longueur.

782. Lorſque ce ſont des roues qui éprouvent beaucoup d'effort, comme les roues de barillet, il ne faut pas les tenir tout-à-fait de cette longueur, afin qu'elles ſoient moins ſujettes à ſe caſſer; & d'autant moins que comme le porte-fraiſe décrit une portion de cercle, la roue étant épaiſſe, la fraiſe creuſe le milieu, en ſorte que lorſqu'on a paſſé une lime à égaler au fond de la dent, on trouve ſa denture plus longue qu'elle ne paroiſſoit en la fendant.

783. Quand on aura fendu ſes roues, il faudra les *croiſer*; c'eſt-à-dire, former les fenêtres, pour ne laiſſer que la quantité de matiere requiſe, pour que la roue ſoit ſolide.

784. On ne croiſe pas la roue de barillet, parce que le barillet dont cette roue fait partie, devant contenir le reſſort moteur, a beſoin de ſolidité: on ne la croiſe pas par une autre raiſon

raiſon ; c'eſt que comme il eſt néceſſaire, pour adoucir les frottements des ſpires du reſſort, qu'il y ait une certaine quantité d'huile, ſi l'on perçoit la roue de barillet, l'huile s'échapperoit, pénétreroit dans les dentures où elle eſt nuiſible, tandis qu'elle laiſſeroit à ſec le reſſort qui en a beſoin : d'ailleurs en rendant cette roue légere, il n'en réſulteroit aucun avantage ; car cette premiere roue tourne d'un mouvement lent, & ainſi le plus ou le moins de peſanteur eſt indifférent : il n'en eſt pas de même de celles qui ſe meuvent avec vîteſſe ; on ne peut les faire trop légeres.

785. On ne croiſe pas non plus la roue *L* de répétition ; par la raiſon qu'elle doit porter l'encliquetage, & que le rochet doit appuyer contre cette roue ; on pourroit, à la vérité, faire porter l'encliquetage par les barrettes de la roue, ſi elle étoit croiſée ; mais il eſt aſſez indifférent qu'elle ſoit légere ou peſante, eu égard à la lenteur de ſon mouvement, & à la force toujours ſurabondante des moteurs de répétition.

786. On ne croiſe pas non plus les roues de renvoi *S*, *m*, qui font un tour par heure ; mais on croiſe la roue de cadran qui employe douze heures à faire une révolution : c'eſt un uſage ; mais on ne fera pas mal de ne pas le ſuivre par rapport aux roues de renvoi qu'il eſt à propos de croiſer, lors ſur-tout que la force motrice n'eſt pas conſidérable, comme ſont les Horloges qui vont long-temps ſans remonter ; dans ces ſortes d'ouvrages il faut diminuer les frottements autant qu'il eſt poſſible.

787. Pour croiſer une roue, on tracera un trait de compas aſſez au-deſſous de la denture pour conſerver la roue ſolide : on appelle cette largeur *le champ de la roue :* on diviſe ce cercle en quatre parties ; on tire deux diametres par ces points ; on tire de chaque côté des traits donnés, d'autres traits qui déterminent la largeur de la *barrette* ou pilier qui doit aller en élargiſſant de la circonférence au centre : on trace près du centre un trait de compas, pour déterminer la longueur de ces petites colonnes, qu'on appelle *barrettes* ou ſimplement croiſées : on obſervera, par rapport à la largeur du champ de la roue &

des barrettes, que de même qu'il faut proportionner l'épaiſſeur de la roue à l'action qu'elle doit éprouver, de même auſſi le champ & les barrettes doivent être proportionnés à l'épaiſſeur de la roue, &c.

788 On obſervera, en croiſant la roue d'échappement, qu'il faut y laiſſer beaucoup plus de champ qu'aux autres roues, par la raiſon, que comme ſes dents ſont plus diſtantes entr'elles, elles doivent être plus profondes, ce qui eſt ſur-tout néceſſaire pour le jeu de l'échappement *A F* (*fig.* 1), afin que les pattes de l'ancre ne viennent pas arcbouter contre le fond des dents; mais pour que cette roue ne ſoit pas trop peſante, on étrécit ſon champ après que l'on a formé les dents.

789. Nous avons oublié de parler des nombres de dents des rochets d'encliquetage : ils ſont à peu près arbitraires. Il ſuffit ſeulement, par rapport à celui de répétition, que les dents ſoient aſſez fortes pour ne pouvoir pas être briſées par l'effort du cliquet, mais pas aſſez groſſes pour rendre l'encliquetage dur, ce qui arrive lorſque ce rochet étant peu nombré, le cliquet s'enfonce plus avant dans les dents, & parcourt par ce moyen plus de chemin : on peut lui donner 48 dents. Pour former ſes dents en rochet ſur l'outil à fendre même, il faut avoir des *fraiſes à rochet* : elles ſont droites d'un côté & inclinées de l'autre.

790. On fendra le rochet d'encliquetage de l'Horloge ſur l'outil, avec la même fraiſe dont je viens de parler; & comme ce rochet doit ſoutenir tout l'effort du grand reſſort de l'Horloge, on ne lui donnera que 24 dents pour leur conſerver de la ſolidité & de la force.

3°. *Monter le Barillet, & faire l'encliquetage du mouvement.*

791. Le barillet ou tambour eſt formé par la roue *B*, par une virole de cuivre, dont un côté ſe fixe ſur la roue, & par un couvercle qui entre à drageoir ſur l'autre côté de la virole : on fait rouler ce tambour ſur un axe de fer; c'eſt dans ce tam-

bour que l'on place le reſſort moteur de l'Horloge (79) ; le bout extérieur de ce reſſort s'accroche à un crochet que l'on fixe en dedans de la virole, & le bout intérieur s'accroche à l'arbre ſur lequel roule le barillet : voilà en gros l'uſage du barillet : venons à la maniere de le fabriquer.

792. Mais nous remarquerons avant, que pour avoir un bon reſſort & diminuer ſes frottements autant qu'il eſt poſſible, il eſt néceſſaire de lui donner une certaine largeur ; alors les ſpires ſe maintiennent ſans aller frotter contre le fond du barillet ou contre le couvercle : cela entendu, avant que de faire la virole de barillet, il faudra examiner quelle eſt la hauteur qu'elle peut avoir.

793. Pour cet effet, on remarquera que, par la diſpoſition du calibre, il y a deux roues qui ſe trouvent néceſſairement placées près du barillet, & qui par conſéquent en diminuent la hauteur ; l'une, qui eſt la grande roue moyenne, doit paſſer par-deſſus entre la ſeconde platine & le côté de la roue de barillet : & la roue de longue tige, qui doit paſſer par-deſſous, entre le côté du couvercle & la platine des piliers ; ainſi le barillet tout monté devra avoir la hauteur des piliers moins l'épaiſſeur de la grande roue moyenne & celle de longue tige, moins l'intervalle qu'il eſt néceſſaire qu'il y ait entre le barillet & la roue de longue tige, entre ces roues & le barillet & entre la platine, pour ne frotter ni à l'un ni à l'autre : ainſi la roue de longue tige ayant $\frac{5}{12}$ de ligne d'épaiſſeur, la grande roue moyenne $\frac{9}{12}$, & les deux intervalles entre ces roues & le barillet, & deux intervalles entre ces mêmes roues & la platine, devant être chacun de $\frac{3}{12}$ pour éviter les frottements ou attouchements ; il faudra retrancher de la hauteur de la cage $\frac{5}{12} + \frac{9}{12} + 4$ fois $\frac{3}{12}$, c'eſt-à-dire, $\frac{14}{12} + \frac{12}{12}$, ce qui fait 2 lignes $\frac{2}{12}$; ainſi la hauteur de la cage étant de 15 lignes, en ôtant 2 lignes $\frac{2}{12}$, il reſtera 12 lignes $\frac{10}{12}$, qui ſera la hauteur du barillet tout monté.

794. La virole du barillet doit être aſſez large pour qu'on puiſſe y lever des tenons qui ſervent à la river ſur la roue ; ainſi outre qu'elle doit avoir la hauteur du barillet, on lui donnera

de plus une ligne, tant pour la rivure du tenon que pour avoir de quoi la tourner droite.

795. Avant de travailler à faire la virole, il faut achever de tourner la roue de barillet : pour cet effet, on le replacera ſur l'arbre à vis, au repaire qu'on a fait ; on diminuera la têtine juſqu'à ce qu'elle reſte ſeulement d'une ligne de large tout autour du trou ; on reculera la creuſure juſqu'à ce qu'il reſte au-deſſous du fond de la denture une largeur qui ſoit environ les $\frac{2}{3}$ de la longueur d'une dent ; il faut que ce rebord ſoit coupé bien net & aille un peu en creuſant, afin que la virole qui doit s'emboîter contre ce rebord ou champ de la roue en allant porter contre le fond, joigne parfaitement tout autour & que cela ne paroiſſe faire qu'une ſeule piece. Alors on terminera le fond du barillet ; & pour ſavoir s'il n'eſt pas trop épais, on ſe ſervira d'un compas d'épaiſſeur (478) ; en pinçant le fond avec un bout de cet outil, l'autre indiquera l'épaiſſeur de ce fond par l'intervalle entre les deux pointes, leſquelles étant de même rayon que celles qui pincent le fond du barillet, ont la même ouverture : ſi le fond du barillet a plus d'une ligne d'épaiſſeur, il faudra le creuſer en ménageant le rebord & la têtine.

796. On aura attention que le fond du barillet ſoit creuſé bien droit, c'eſt-à-dire, qu'il ne ſoit pas plus épais du bord que du milieu : pour en juger, on prendra une regle, on la poſera à travers le barillet en paſſant à côté de l'arbre, & portant ſur les extrémités réſervées à la roue, c'eſt-à-dire, ſur le champ : ſi entre la regle & le fond, l'intervalle eſt égal depuis la têtine juſqu'au rebord, c'eſt une preuve que le fond eſt droit ; ſinon, on tournera aux endroits qui laiſſent moins de jour ; enſuite on préſentera un bout de regle qui entre dans le fond du barillet, pour voir s'il eſt bien uni ; s'il ne l'eſt pas, on ôtera l'excédent, juſqu'à ce que la petite regle s'applique exactement ſur le fond.

797. Pour ne pas juger à la ſimple vue du parallèliſme du fond avec le côté de la roue, on peut ajuſter ſur la regle une petite piece qui s'attache à travers la regle au moyen d'une

vis, de maniere que cette piece puiſſe s'approcher juſqu'à l'endroit le plus creux du fond ; alors l'arrêtant avec la vis ſur la regle en ce point, en promenant la regle ſur ſa longueur, on verra les endroits du fond qui ſont trop élevés.

798. Cette précaution eſt eſſentielle; car ſi le fond n'eſt pas parfaitement uni & parallele au côté de la roue, le reſſort, en ſe développant, frottera contre les côtés; il éprouvera donc un réſiſtance à ſe développer, en ſorte que ſa force ou ſon impreſſion ſur le rouage ſera preſque annéantie : j'ai même vu des reſſorts qui s'étoient ſi fort *grippés* contre des inégalités de fond ou couvercle de barillet, qu'étant montés tout au haut, ils ne tendoient aucunement à ſe développer, mais toute leur force étoit abſolument ſuſpendue ; cela doit arriver lorſque ces reſſorts ont peu de hauteur, les bords portent tantôt contre un fond & tantôt contre l'autre. Lorſqu'on aura tourné la roue de barillet, on l'ôtera de deſſus ſon arbre.

799. Pour faire la virole du barillet, on prend une lame de cuivre que l'on plie en rond, & dont on fait rejoindre les bouts pour les ſouder ; pour trouver la longueur de cette lame, on prend le diametre du rebord qui termine le fond de la roue, & on le porte trois fois ſur la planche de cuivre que l'on veut employer : on employera du cuivre qui ait environ $\frac{3}{4}$ de ligne d'épaiſſeur : on lui donnera 14 lignes de largeur, & pour longueur, trois fois le diametre du rebord & un peu plus, parce qu'en pliant la virole, elle ſe reſſerre, & que d'ailleurs la circonférence eſt plus grande que trois fois le diametre : pour ployer la virole, on ſe ſervira d'un morceau de bois rond, à peu près de la groſſeur de la creuſure ; on fera rejoindre les deux bouts de la lame, & on la préſentera contre le fond ; s'il reſte environ une ligne de jeu tout autour juſqu'au rebord de la roue, la virole ſera de bonne longueur, parce qu'après qu'on l'aura ſoudée pour la rendre juſte de grandeur, on la forgera pour la durcir, choſe très-néceſſaire ; car outre que le cuivre dont on ſe ſert eſt mou, il le devient encore plus en ſoudant la virole.

800. On fera rejoindre les bouts de la virole ſi près que

l'on voudra, en ouvrant l'étau d'environ un pouce; & préſentant deſſus le côté oppoſé à la jonction de la virole, on prendra une barre de fer que l'on mettra en dedans de la virole ſur le milieu de l'ouverture de l'étau; en frappant avec un marteau ſur un bout de cette barre, dont on tient l'autre bout d'une main, on fera joindre la virole.

801. Pour ſouder la virole, on ſe ſervira de *ſoudure jaune* dont voici la compoſition. On prendra 2 onces 2 gros de laiton, 4 gros d'argent, & 8 gros de zinc: on fera fondre le tout enſemble dans un creuſet; enſuite on coulera ce mêlange en lames bien minces pour les battre plus facilement & parvenir à les couper en *paillons*. On pourroit ſe ſervir de ſoudure *forte* faite ſeulement avec du laiton & du zinc; mais la premiere eſt préférable, parce qu'elle ſouffre le marteau.

802. Avant que de placer la ſoudure ſur la virole, il faut préparer la jonction de cette virole en paſſant une lime à égaler, qui rende les deux bouts unis & de façon qu'ils ſe joignent avec un intervalle égal qui ſoit de l'épaiſſeur d'une feuille de papier: on paſſera en dedans de la virole, à l'endroit où elle ſe rejoint, une lime à trois quarts qui ôtera les angles des bouts de la virole: c'eſt dans cette longueur qu'on placera la ſoudure; mais avant il faut la jetter dans l'eau pour que les ſaletés qui pourroient être jointes s'en ſéparent: on la retirera de l'eau pour la placer en dedans de la virole dans toute la longueur, en arrangeant les paillons à la file l'un de l'autre, bien exactement ſur la rainure faite avec la lime à trois quarts: cela fait, on prendra du *Borax* (ſorte de ſel) que l'on réduira en poudre & dont on recouvrira toute la ſoudure qu'on évitera avec ſoin de déranger: pour que le borax ainſi mis, s'arrête à cet endroit, il eſt à propos de répandre ſur la ſoudure quelques gouttes d'eau; on mettra auſſi ſur le dehors de la virole, à l'endroit de la jonction, un peu de borax en poudre, cela facilitera la ſoudure pour couler à travers, & ſouder très-parfaitement.

803. En mettant en cet état la virole dans une poële remplie de charbon allumé, on fera une place ſur laquelle on

poſera la virole, ayant attention que l'endroit de la ſoudure ſoit toujours en en bas & bien droite : on n'approchera d'abord que foiblement la virole du feu, parce que la chaleur trop violente ſaiſiſſant le borax, lui fait faire une eſpece de bouillonnement qui renverſe la ſoudure, ce qui n'arrive pas quand on l'approche du feu par degrés inſenſibles.

804. La virole placée bien droite ſur le charbon, on entourera principalement de charbon l'endroit de la ſoudure & aſſez au-deſſus, pour que l'air ne puiſſe pas ſe porter à cet endroit ; on aura ſoin cependant de ne pas cacher la ſoudure, mais de réſerver des paſſages entre leſquels on puiſſe la voir, pour juger de l'inſtant où elle ſe fond : on prendra un ſoufflet dont on dirigera le vent contre les charbons allumés qui peuvent porter leur chaleur directement ſur la longueur de la fente ; quand on verra cette partie devenir rouge, on ſoufflera plus foiblement, ayant l'œil à la ſoudure, afin de ſouffler & de retirer la virole au moment où la ſoudure eſt bien fondue, ce qui ſe voit aiſément ; car ſi on la laiſſoit plus long-temps, on courroit le riſque de fondre la virole ; un coup de ſoufflet de plus, quand la ſoudure eſt un peu forte, c'eſt-à-dire qu'il n'y a pas aſſez de zinc, en fait l'affaire.

805. Quand la virole eſt ſoudée, on prend une *bigorne*; (eſpece d'enclume qui porte un bec recourbé, & formant avec l'enclume un angle droit (ou d'équerre) le bout recourbé eſt d'acier, il eſt rond & conique) : on attache la bigorne ſur un billot de bois : on paſſe la virole dans le bec, & en la frappant à petits coups à l'endroit ſoutenu par la bigorne, on la rendra dure & on l'aggrandira juſqu'à ce qu'elle ſoit un peu plus grande que le rebord, afin d'avoir de quoi la tourner ; pour la faire emboîter ſur ce rebord, on la rendra bien ronde & cylindrique, c'eſt-à-dire, de même groſſeur dans toute ſa largeur.

806. Pour tourner la virole, on préparera un morceau de bois tourné, ſur lequel on la fera entrer un peu à force ; on appelle cet outil de bois un *mandrin* : on peut employer du bois de poirier ou de hêtre qui ait trois ou quatre pouces de long, dans lequel on chaſſera à chaque bout deux bouts de fer ayant un

point conique formé avec un pointeau, pour faire rouler ſur les pointes du tour, afin qu'en tournant le bois & enſuite la virole, les centres du mandrin ne ſe déjettent pas, mais qu'ils reſtent conſtants.

807. On fera au plus gros bout du mandrin une rainure ronde qui ſervira de cuivrot; & comme ce cuivrot ſeroit trop gros ſi on le laiſſoit de la groſſeur même du mandrin, & que, pour que l'archet fit faire pluſieurs tours au mandrin, il ſeroit néceſſaire que cet archet fût très-long, on l'enfoncera d'environ un tiers de plus : on ſe ſervira pour cela d'un archet dont la corde entourera le mandrin : le cuivrot étant fait, on tournera le reſte du mandrin, & on diminuera le bout juſqu'à ce qu'il entre bien à force juſqu'aux deux tiers de la largeur de la virole, laquelle *débordera* le mandrin d'environ un tiers de ſa largeur : on la laiſſera ainſi ſaillante, afin de ne pas être obligé de la démonter de deſſus le mandrin, pour voir ſi elle s'emboîte bien; ce que l'on ſeroit forcé de faire, ſi elle étoit *à fleur* du bout du mandrin, à cauſe de la têtine de la roue qui l'empêcheroit : on tournera donc le côté ſaillant de la virole juſqu'à ce qu'il s'emboîte bien juſte & à force ſur le rebord de la roue.

808. Si l'on avoit un peu trop ôté du mandrin & que la virole entrât plus avant que ce que nous avons dit, pour éviter de refaire un autre mandrin, on mettra ſa virole de grandeur convenable, en prenant avec le maître-danſe la meſure ſur la roue, & en tournant la virole, ſelon cette meſure, mais un peu juſte, afin qu'elle s'emboîte à force ſur la roue; & s'il reſtoit un peu trop de force, on en ſeroit quitte pour reculer un peu le rebord de la roue, ou pour replacer de nouveau la virole ſur le mandrin : en tout cas, avant de démonter la virole, on ne fera pas mal de la repairer avec le mandrin, afin qu'elle ſe remette facilement droite & ronde.

809. Si lorſqu'on a tourné rond le bout de la virole, elle entroit trop librement, il faudroit l'aggrandir en la forgeant; & ſi au contraire, on l'avoit trop aggrandie, en ſorte que pour la faire emboîter ſur la roue il fallût trop l'amincir, on ſeroit

forcé

forcé de couper la virole à l'endroit de la ſoudure, de l'accourcir de quelques lignes plus ou moins, ſelon qu'elle ſeroit trop grande, de la reſſouder & de la reforger. Mais ſuppoſant la virole de bonne grandeur, on en tournera le côté de devant; enſuite on tournera le dehors de la virole juſqu'à la diſtance de 4 à 5 lignes du devant; on rendra cette partie cylindrique, & on la diminuera juſqu'à ce qu'elle puiſſe s'emboîter ſur le rebord de la roue de barillet. Quand le bout de la virole ſera ainſi tourné, ony fera un trait de burin léger, qui ſoit diſtant du bord, de l'épaiſſeur du fond du barillet, plus, ce qu'il eſt beſoin de réſerver pour la rivure des tenons qu'il faut former ſur cette virole pour l'aſſembler avec la roue : ce trait réglera l'enfoncement de ces tenons. Cela fait, on ôtera la virole de deſſus le mandrin; enſuite on prendra un foret qui ait pour groſſeur l'épaiſſeur du bout tourné de la virole : on ſe ſervira de ce foret pour percer ſix trous ſur le fond de la roue de barillet tout près du rebord; ces trous ſeront placés à peu près à égale diſtance les uns des autres : ces trous étant percés, on emboîtera la virole ſur la roue, en ſorte que le bout touche le fond; & avec le même foret qui a ſervi à percer les trous au barillet, on marquera (en faiſant tourner ce foret avec un archet) des points ſur le bout de la virole, qui indiqueront parfaitement l'endroit où on doit former les tenons : on aura attention, en emboîtant la virole, que l'endroit de la ſoudure ſe trouve dans l'intervalle de deux trous; car ſi par haſard il ſe trouvoit un tenon à l'endroit de la ſoudure, il ne vaudroit rien, car on ne pourroit pas le river : avant de déboîter la virole, on fera un petit trait ſur le champ de la roue & vis-à-vis ſur la virole; ce qui ſervira de repaire & indiquera l'endroit où il faudra placer la virole, pour que les tenons correſpondent vis-à-vis leurs trous.

810. La virole étant démontée, on l'entaillera avec une lime entre tous les endroits marqués par le foret juſqu'au trait que l'on a fait au tour & bien exactement en ne faiſant que de l'atteindre, & ainſi tout à l'entour : on réſervera de quoi former les tenons, qu'on fera ronds & de la groſſeur juſte des trous percés à la

roue, ce que l'on verra en les préſentant chacun ſur leur trou par le côté plan du barillet : les tenons étant bien faits, on mettra en chanfrein les trous des tenons du côté plan de la roue : pour cet effet, on prendra un foret aigu, de moitié plus gros que le trou, & on enlevera l'angle autour du trou, c'eſt ce que les Horlogers appellent *chanfreiner*, ou mettre en *chanfrein* : on emboîtera enſuite la virole ſur la roue, en la mettant à ſon repaire ; on chaſſera la virole à force ; & lorſque le fond des tenons joindra parfaitement le fond de la roue, on rivera les tenons avec la tête d'un marteau, enſorte que ces tenons en ſe rebrouſſant, rempliſſent la creuſure ou chanfrein que l'on a fait à la roue.

811. Il y a des Ouvriers qui ſe ſervent d'une méthode plus ſimple pour fixer la virole avec la roue : ils ne font, après qu'ils l'ont emboîtée bien juſte, que de la ſouder à l'étain. Mais cette méthode eſt très-défectueuſe & peu ſolide ; car 1°, on amollit la roue & la virole en faiſant fondre l'étain ; & 2°, une telle ſoudure ne peut réſiſter à de grands efforts : il y a même des gens qui prétendent que l'huile ronge cette ſoudure ; c'eſt ce que je n'ai pas vu ; quoi qu'il en ſoit, je conſeille à ceux qui deſireront faire de bon ouvrage de ne jamais rien ſouder à l'étain.

812. Le barillet ainſi monté, on remettra la roue ſur l'arbre à vis à ſon repaire, & on s'en ſervira à diminuer la hauteur de la virole juſqu'à ce que le barillet ait en tout 12 lignes $\frac{10}{12}$ de hauteur ; ainſi qu'il eſt néceſſaire, comme nous l'avons dit (793).

813. Quand on aura mis le barillet de hauteur, il faudra tourner rond le dedans de la virole & juſqu'au fond : pour cet effet, on placera le ſupport de l'autre côté du tour, & on fera entrer la moitié de ce ſupport dans le barillet : on prendra un fort burin qu'on paſſera ſous la broche du tour, & on roulera la corde de l'archet ſur le cuivrot de l'arbre en ſens contraire, afin que le barillet tourne dans le ſens convenable pour faire couper le burin : on pourroit bien tourner le dedans du barillet en tenant le ſupport du même côté & en tournant à l'ordinaire ; mais cette ſituation eſt plus gênante.

814. Quand on aura tourné le dedans du barillet, on creuſera tout au bord intérieur de la virole une petite retraite large d'une bonne demi-ligne & profonde de $\frac{1}{8}$ de ligne, arrondie par ſon entrée & rentrée un peu plus profondément en dedans ; c'eſt ce qu'on appelle le *drageoir* du couvercle : le couvercle du barillet doit entrer à force ſur ce drageoir ; & lorſqu'il y eſt logé, il ne doit en ſortir qu'avec effort ; c'eſt pour cela qu'il faut que cette retraite ou drageoir ſoit un peu plus creuſée en dedans.

815. Lorſque le drageoir eſt fait, il faut faire le couvercle qui doit être de cuivre doux fondu, afin de réſerver à ſon centre une têtine pour augmenter l'épaiſſeur du trou ; car le couvercle ne devant avoir que demi-ligne d'épaiſſeur, cela ne ſeroit pas ſuffiſant pour le frottement qu'il éprouve en roulant autour du pivot de l'arbre de barillet.

816. Si l'on n'a pas de couvercle fondu, & qu'on ne veuille pas ſe donner la peine de faire un modele pour cela, on prendra du cuivre (ou laiton) qui ait une ligne $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur ; on le réduira à une ligne en le forgeant ; on percera un trou plus grand que celui de la roue & propre à entrer ſur l'arbre à vis de la groſſeur au-deſſus de celui qui a ſervi à tourner la roue de barillet, c'eſt-à-dire, dont la portée aura 3 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre ; on tournera ce couvercle juſqu'à ce qu'il ſoit réduit à demi-ligne d'épaiſſeur à la réſerve de la têtine ; on le tournera de grandeur à entrer bien à force dans le drageoir de la virole de barillet ; mais avant que de le faire entrer, il faut faire au bord du couvercle une entaille propre à loger le bout d'un gros foret : cette entaille ſervira à retirer le couvercle de ſon drageoir, ce que l'on auroit de la peine à faire ſans cette précaution ; d'ailleurs cette entaille ſervira toujours lorſqu'on voudra *lever ce couvercle*.

817. Le barillet étant monté, il faudra faire l'arbre de barillet ; on le fera forger portant une tête pour remplir le vuide entre les deux têtines du couvercle & de la roue : cette tête doit être environ trois fois plus petite que l'intérieur de la virole, c'eſt-à-dire, que ſi la virole a un pouce $\frac{1}{2}$ de dia-

metre en dedans, la tête de l'arbre devra avoir 6 lignes toute tournée : on fera forger deux tiges à cet arbre, dont l'une plus groſſe doit être aſſez longue, pour que ſur l'axe prolongé en dehors de la cage, il y ait au moins un pouce pour faire le quarré pour remonter le reſſort ; l'autre bout n'a beſoin que d'aſſez de longueur pour y former un pivot pour le mettre en cage : au reſte, il faut le faire forger plus long & plus gros qu'il n'eſt beſoin, afin qu'il y ait dequoi le tourner bien rond : le Forgeron réſervera à la tête de quoi y former le crochet pour le reſſort ; il doit forger cette tête ronde ainſi que le reſte, pour qu'il y ait moins à ébaucher.

818. Pour fixer la longueur de la tête, c'eſt-à-dire, pour prendre la meſure bien juſte de l'intervalle entre les deux têtines du barillet, on prendra un morceau de cuivre que l'on fera entrer dans le trou du couvercle ; on le fera porter contre la têtine de la roue ; on fera une entaille à ce morceau de cuivre à l'endroit du couvercle, laquelle on reculera juſqu'à ce que la partie intérieure entre ſans jeu entre la roue & le couvercle : on prendra cette hauteur avec le maître-danſe, & on diminuera la tête en conſéquence, en la tenant un peu juſte, pour qu'on ait de quoi tourner en achevant l'arbre.

819. Après qu'on a ébauché l'arbre à la lime, il faudra le tourner dans toute ſa longueur & le mettre à peu près de groſſeur ; on tournera de même la tête. Quand l'arbre ſera ainſi préparé, pour achever de le tourner rond, on terminera les pointes coniques, leſquelles n'étant d'abord faites qu'à la lime ne peuvent pas être rondes ; enſorte que par leur moyen ce qu'on tourne devient irrégulier, comme les pointes. Pour former ces pointes, il faudra les tourner au burin juſqu'à ce que la pointe faite à la lime ſoit coupée : on coupera ainſi de chaque bout de l'arbre la longueur d'une ligne : on fera rouler les pointes ſur une broche entaillée, en appuyant avec une lime carrelette douce, qui achevera de rendre la pointe aiguë : on en fera autant à toutes deux ; on fera rouler ces pointes dans des points peu profonds des broches du tour, & on tournera encore avec le burin le plus près de la pointe que l'on pourra.

Avec ces précautions très-faciles à prendre, on ſera aſſuré que les pointes ſont parfaitement rondes : au lieu que celles qui ſont faites à la lime ſeulement ſont preſque toujours ovales, & que la piece qu'on tourne avec de telles pointes ne peut jamais ſe tourner ronde, elle reſte ovale comme la pointe : cette pointe ne doit être ni trop aiguë ni trop obtuſe, elle doit former un angle d'environ 45 degrés. Cette maniere de former les pointes eſt eſſentielle, & beaucoup d'Ouvriers feroient très-bien d'en faire uſage ; car elle doit s'appliquer à tous les ouvrages d'Horlogerie qui ſe font en tournant ſur la pointe, & ſinguliérement aux pignons.

820. Ces pointes ainſi préparées, on pourra achever de tourner l'arbre & réduire ſes pivots à la groſſeur convenable donnée par les trous de barillet : on obſervera que le petit pivot de l'arbre doit entrer dans le trou de la roue de barillet & le gros pivot dans le trou du couvercle ; on tient ce pivot-ci plus gros, afin qu'après l'avoir diminué au point d'avoir une portée pour le contenir en cage, l'axe prolongé, qui paſſe par la platine des piliers pour aller au cadran, ait aſſez de ſolidité pour que le quarré de l'arbre qu'on ne fait ordinairement que de fer, & qui doit recevoir la clef deſtiné à remonter le reſſort, ne puiſſe être tordu ou fauſſé par l'effort que ce reſſort exige pour être bandé. Mais avant de réduire les pivots à leurs groſſeurs, il faut paſſer l'écariſſoir dans chaque trou, le faiſant entrer par le côté oppoſé à celui par lequel ils ont été d'abord aggrandis, c'eſt-à-dire, qu'il faudra paſſer l'écariſſoir du côté du dedans, ſoit du couvercle ou du barillet, & juſqu'à ce que le trou ait pris la figure un peu conique de l'écariſſoir, (qui ne doit pas être trop en pointe, mais ſenſiblement cylindrique) ; par ce moyen le roulement du trou ſur l'arbre ſe fera ſelon toute ſon épaiſſeur, ce qui rendra le frottement plus conſtant. On diminuera donc inſenſiblement les pivots juſqu'à ce qu'ils entrent très-juſte & un peu à force dans les trous du barillet, & on aura l'attention que ces pivots aillent en décroiſſant comme l'écariſſoir ; par ce moyen ces pivots porteront ſur toute l'épaiſſeur des trous ; l'on diminuera la longueur de la tête de l'arbre, ſelon la meſure qu'on aura priſe avec le maître-

danſe ; en ſorte que par ce moyen, lorſque le barillet roulera ſur ſon arbre, il n'aura point de jeu, ſelon l'axe, ce qui eſt très-eſſentiel ; car le barillet étant en cage, il pourroit aller frotter ſoit contre la grande roue moyenne, & ſoit contre celle de minutes.

821. Les pivots de l'arbre doivent être tournés avec grand ſoin, bien ronds & unis ; & avant qu'ils entrent tout-à-fait dans leurs trous, on prendra une lime douce carrelette d'Angleterre marquée au *T*, que l'on appuyera ſur les pivots en faiſant rouler l'arbre, afin de les adoucir ; mais il faut que cette lime n'enleve préciſément de la matiere que les petites inégalités du burin ; car ſi l'on s'en ſervoit pour diminuer l'arbre, elle lui feroit perdre la rondeur exacte que le tour lui a donnée, ſur-tout ſi la matiere de l'arbre n'eſt pas également dure ; car les parties molles s'enleveront plutôt, & l'arbre deviendra ou ovale ou par ondes, &c. On prévient cet obſtacle lorſqu'on ſait bien tourner ; car en tenant le burin inébranlable, quoique la matiere que l'on tourne ſoit inégale, le burin en emporte également tout autour : on ne ſe ſert donc de la lime que pour adoucir les traits du burin, & ainſi le pivot ſe conſerve rond.

822. J'ai dit ci-deſſus, qu'il faut faire entrer un peu à force les pivots dans leurs trous, en voici la raiſon : c'eſt pour achever de tourner le dehors de la virole de barillet ; car le barillet entrant à force ſur ſon arbre ; après qu'on l'aura aſſemblé avec le couvercle & le barilllet on pourra tourner la virole en faiſant entrer un gros cuivrot ſur le bout de la grande tige de l'arbre : & comme cet arbre eſt ſuppoſé parfaitement rond, on tournera le barillet de même, ainſi que la virole qui eſt encore brute. Lorſqu'on l'aura tournée bien unie, on paſſera une lime douce en roulant le barillet, pendant que la main promene la lime dans le ſens contraire au chemin du barillet ou de l'archet. Avant de démonter le barillet, c'eſt-à-dire, d'ôter le couvercle : on fera à l'endroit de l'entaille de ce couvercle un repaire ſur le bord de la virole, pour que toutes les fois qu'on remontera le barillet, on faſſe convenir l'entaille avec ce repaire, afin que le barillet tourne toujours parfaitement droit & rond ; ce qui pourroit bien ne pas arriver, ſi l'on changeoit la poſition du

couvercle : il ne faut, pour que cela arrive, qu'à avoir un couvercle qui auroit été tourné ſur un arbre mal rond, c'eſt-à-dire, dont le trou du couvercle ne fût pas bien concentrique au bord.

823. Qand on aura démonté le barillet, il faudra paſſer une lime à pivot ſur les pivots & contre les portées de l'arbre ; enſuite on les polira : pour cet effet, on prendra un morceau de bois de noyer limé bien d'équerre & uni, & en faiſant rouler l'arbre ſur le tour, on mettra du *rouge d'Angleterre* broyé avec de l'huile ſur l'arbre ; ce rouge s'attachera au bois & polira les pivots & les portées. A propos de ces portées; pour en réduire le frottement, il ne faut pas qu'elles ayent toute la largeur de la tête de l'arbre : on ôtera donc les angles de la tête, pour que les portées ne frottent ſur les têtines que du centre. Quand on fait le barillet (& avant de le monter), on peut un peu arrondir ces têtines, en leur laiſſant ſeulement autour du trou une demi-ligne de largeur & une ligne du côté du fond, comme je l'ai dit.

824. Quand les pivots ſeront polis, on les préſentera dans leurs trous ; s'ils y entrent encore à force & que le poli n'ait pas ôté aſſez de matiere pour que le barillet roule librement ſur ſon axe, on paſſera légérement l'écarriſſoir dans les trous, juſqu'à ce qu'il roule librement & ſans jeu. Il y a des Ouvriers qui, après avoir tourné le barillet ſur l'arbre, comme nous l'avons dit, pour le mettre libre, introduiſent dans les trous un peu de rouge d'Angleterre bien fin, & qui, rendant l'arbre fixe en le ſerrant à l'étau, font rouler d'abord avec la main & enſuite à l'archet le barillet; en ſorte que les trous & les pivots s'uſent dans les endroits où ils frottent le plus ; & que ſi les trous ne ſont pas ronds ils ſont forcés à le devenir. Quand le barillet commence à tourner librement, on le démonte pour nettoyer les trous & les pivots, & on remonte enſuite le barillet : s'il ne tourne pas encore aſſez librement, on introduit de nouveau du rouge dans les trous, en obſervant que ſi un de ces trous a déja un peu de jeu, il ne faut point y mettre de rouge ; mais ſeulement à celui qui eſt trop juſte.

825. Lorſque le barillet tournera librement ſur ſon arbre,

on le placera tout monté ſur le tour, (les trous & pivots étant bien nettoyés), & on l'attachera à une tenaille à vis qui rendra l'arbre immobile : alors on prendra un grand archet dont on paſſera la corde ſur la virole, comme ſur un cuivrot ; on fera, par ce moyen, rouler le barillet ſur ſon arbre, & on tournera la roue parfaitement ronde ſur ſa circonférence, & droite ſur ſes côtés : on démontera le barillet, & on limera bien plan le côté extérieur de la roue de barillet , qui étoit reſté en partie brut à cauſe de l'arbre à vis que l'aſſiette recouvroit.

826. Le barillet ainſi fait, il faudra le placer en cage. Pour cet effet, il faudra former des pivots ſur l'arbre pour entrer dans les platines ; c'eſt-à-dire, qu'il faudra diminuer cet arbre de maniere que les pivots qui doivent entrer dans les platines ſoient retenus ſur leur longueur par la plus grande groſſeur de l'arbre, en ſorte que cet arbre ne puiſſe que tourner ſans pouvoir changer de place, ſelon ſon axe : on appelle *portée* cette groſſeur d'un axe quelconque qui le contient ; tel eſt l'effet de la tête de l'arbre dans le barillet : les pivots des roues ſont ainſi bornés par des portées qui les retiennent dans leurs cages.

827. Pour former les portées à la hauteur convenable pour que le barillet étant mis en cage, on conſerve de chaque côté la place de la roue de grande, moyenne & celle des minutes, il ſera néceſſaire de remonter le barillet & de le préſenter ſur le côté de la cage, afin qu'en réſervant les intervalles convenables pour ces roues, on puiſſe marquer ſur l'arbre l'endroit de la portée du côté de la roue, c'eſt-à-dire, du petit pivot : on levera donc le pivot que l'on réduira juſqu'à ce que la portée ait environ $\frac{2}{12}$ de ligne de large tout autour : ainſi le pivot qui roule dans le trou du barillet ayant, je ſuppoſe, 3 lignes, on donnera au pivot qui doit entrer dans la ſeconde platine 2 lignes $\frac{8}{12}$ de diametre ; on retranchera donc $\frac{4}{12}$ du premier pivot de l'arbre.

828. On ne reculera pas d'abord la portée à l'endroit marqué, il vaut mieux la préſenter à pluſieurs fois, afin de ménager convenablement les intervalles entre la platine &

la

roue : (on appelle *jour*, l'intervalle qu'il y a d'une roue à une autre, ou à la platine ou à une piece quelconque). La portée ainſi reculée juſqu'à ce que le barillet ait le jour requis ; avec la ſeconde platine pour la place de la grande roue moyenne, & deſſous la virole pour celle de la longue tige ; on redémontera l'arbre ; on adoucira le pivot, & on le polira avec le bois & du rouge, de la même maniere que je l'ai indiqué ci-deſſus ; & mettant quatre goupilles aux piliers pour arrêter la cage, on prendra avec le maître-danſe, la hauteur de la cage, & à l'endroit où le barillet doit être placé, ce qui eſt marqué ſur le dehors de la platine des piliers. On mettra l'arbre ſur le tour, & on préſentera les pointes de l'outil, en en plaçant une contre la portée du pivot fini ; l'autre marquera l'endroit juſte de la portée du gros pivot : on *levera* ce pivot, c'eſt-à-dire, qu'on le diminuera de maniere à former une portée qui ait environ $\frac{2}{12}$ de ligne de largeur ; ainſi la groſſeur du trou du couvercle de barillet ayant 3 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre, le pivot devra avoir 3 lignes $\frac{2}{12}$: ce pivot formé & la portée reculée, ſelon la meſure donnée par le maître-danſe, on ôtera le cuivrot mis ſur le bout du long pivot, & on le placera ſur le court pivot, afin de diminuer cette tige dans toute ſa longueur, & de la réduire à la groſſeur du fond de la portée, & même en allant un peu en diminuant, de la portée au bout de la tige. On polira la partie du pivot qui eſt contre la portée, ſeulement un peu plus que l'épaiſſeur de la platine des piliers, n'étant pas néceſſaire de polir le reſte de cette tige ; cela ſeroit inutile, puiſqu'il faut y faire le quarré de remontoir.

829. Il faudra avoir grande attention, pendant tout le temps que l'on tournera cet arbre, d'entretenir d'huile les pointes des pivots, afin que par leurs frottements ſur les trous coniques des broches du tour, ces pointes ne ſe rongent, & ne ſe jettent de côté ; car alors le pivot que l'on tourne actuellement ne ſeroit plus concentrique à celui du barillet, défaut très-conſidérable, puiſque l'engrenage du barillet avec ſon pignon ſeroit tantôt fort & tantôt foible ;

ſelon le côté que cet arbre préſenteroit au pignon.

830. L'arbre ainſi préparé pour être mis en cage, il faudra percer les trous aux platines. Pour cet effet, on fera un foret qui ſoit un peu plus petit que le plus petit pivot : on percera avec ce foret un trou à la platine des piliers, à l'endroit où le cercle du barillet a été marqué en traçant le calibre ; on appliquera enſuite & à ſon repaire, le dehors de la ſeconde platine dont les tenons entreront dans leurs trous faits à celle des piliers ; le trou percé pour le barillet à la platine des piliers, dirigera le foret pour percer exactement le trou correſpondant à la ſeconde platine ; (on employera le même foret pour percer ce ſecond trou) : on appelle cela *percer les trous l'un ſur l'autre*. On paſſera un écariſſoir légérement, pendant que ces platines ſont ainſi aſſemblées, afin que ces trous ſe conviennent ou coïncident parfaitement ; on aura attention à tenir le foret, quand on perce les trous, perpendiculaire aux plans des platines, & on obſervera la même choſe en aggrandiſſant ces trous. On ſéparera enſuite les platines, & on aggrandira le trou de la ſeconde platine, juſqu'à ce que le petit pivot y entre bien juſte. On fera attention à faire entrer l'écariſſoir par le côté intérieur de la platine, afin que ce pivot porte ſur toute l'épaiſſeur du trou. On aura eu attention, ainſi qu'on doit le faire pour les pivots quelconques, de les diminuer un peu par le bout & ſelon la forme des écariſſoirs qui ne doivent pas être trop en pointe.

831. Pour adoucir l'intérieur des trous, après qu'on y a paſſé l'écariſſoir, il faut faire des outils qu'on appelle des *Alaiſoirs* ; ils ſont de la forme des écariſſoirs, c'eſt-à-dire, preſque cylindriques ; ils ſont tournés ronds, & on les laiſſe tels ; on les adoucit bien ſelon leur longueur, en ſorte que par leur moyen on polit & on rend très-ronds les trous de pivots. On aggrandira de la même maniere le trou du gros pivot de la platine des piliers, & l'on mettra l'arbre dans la cage ; il doit tourner très-juſte & ſans jeu, ſoit ſelon ſa hauteur, ou ſoit ſelon la grandeur des trous qui doivent être exactement de la groſſeur des pivots.

832. Lorſque l'arbre eſt mis en cage, on travaille à l'en-

cliquetage. Pour cet effet on commence par limer quarrément le grand pivot de l'arbre, afin d'y ajuſter le rochet ; le rochet doit approcher de la platine avec un petit jour pour n'y pas frotter : ainſi pendant que l'arbre eſt en cage, il faut faire, preſque à raz de la platine, un trait ſur l'arbre, ce qui marque l'origine du quarré du remontoir : on ôte l'arbre de la cage, & on le met ſur le tour; & avec un burin aigu, on marque tout autour de l'arbre un trait fin pour régler également cette origine du quarré. On formera donc dans toute la longueur ſaillante du pivot, quatre pans ou ſections que l'on enfoncera petit-à-petit juſqu'à ce que cela forme un quarré dont les angles ne ſeront pas tout-à-fait aigus ; & pour ne pas être expoſé à échapper avec la lime ſur le pivot qui eſt à l'origine du quarré, on fera entrer ſur le pivot une petite virole de cuivre tournée de l'épaiſſeur de la platine, & qui recouvre juſte le trait du burin qui regle la longueur du quarré : cette virole retiendra le côté non taillé de la lime, (on ſe ſert de lime bâtarde d'Angleterre). Quand le quarré ſera ainſi ébauché, on ôtera la virole, & on reculera petit-à-petit le quarré juſqu'à ce qu'il atteigne également tout au tour le trait. Pour s'aſſurer que les angles du quarré ſont droits ou d'équerre, on préſentera une petite équerre ; & pour juger que chaque ſection eſt de même largeur, on ſe ſervira du calibre à pignon, (ſi l'on n'a pas la vue aſſez bonne pour en juger ſans l'outil). Chaque pan ou ſection étant égales, & les angles étant droits, le quarré ſera bien fait, & on l'adoucira avec une carrelette au *T*, d'abord en limant bien droit en travers l'axe & enſuite ſelon ſa longueur. On appelle cette derniere maniere de limer, *Ettirer en long*.

833. Il y a des Ouvriers qui, pour limer bien droit les côtés du quarré, placent l'arbre ſur le tour en le laiſſant mobile ſur les deux pointes, & en cet état ils achevent de limer le quarré, ce qui rend ſes côtés bien plats. On peut faire la même choſe après qu'il eſt ébauché à l'étau, en le limant ſur un morceau de liege d'environ un pouce $\frac{1}{2}$ quarré pour l'épaiſſeur & de la longueur des mâchoirs de l'étau plus

ou moins ; on attache ce liege à l'étau : on dreſſe très-bien à la lime les pieces que l'on fait ainſi appuyer ſur du liege.

834. Lorque le quarré de l'arbre eſt achevé, on ajuſte quarrément le rochet d'encliquetage *R*, *fig.* 3. Pour rendre ce trou quarré, on commence d'abord par aggrandir le trou rond avec un écariſſoir juſqu'à ce qu'il ſoit de la grandeur d'un cercle inſcrit au quarré qui termine l'arbre, c'eſt-à-dire, que ce trou ait pour diametre l'épaiſſeur du bout du quarré pris depuis un pan juſqu'à celui qui lui eſt oppoſé ; enſuite on fera un quarré d'acier de la même groſſeur & figure que le quarré de l'arbre ; ce quarré ayant ſes angles coupés vifs & tranchants, ſera droit & bien régulier ; on l'adoucira ſelon ſa longueur : après l'avoir limé bien plat, & avec les ſoins employés à l'arbre, on trempera ce quarré, qui eſt un outil que l'on appelle un *Etampe*, c'eſt-à-dire, qu'on le fera chauffer juſqu'à ce qu'il ſoit également rouge & couleur de ceriſe ; en cet état, on le plongera dans un vaſe rempli d'eau froide, par ce moyen l'acier acquerra le plus grand degré de dureté ; c'eſt cette opération que l'on appelle *la trempe* : mais comme l'acier qui a acquis cette dureté, devient caſſant comme du verre, & qu'il n'y a gueres que les burins qui ayent beſoin d'être ſi durs, on ſe ſert d'un moyen très-ſimple pour l'amollir un peu : c'eſt, après qu'il eſt trempé, de commencer par blanchir avec de la pierre-ponce les côtés du quarré que l'on poſe ſur le charbon allumé, & de le laiſſer chauffer juſqu'à ce que l'acier qui étoit blanc, devienne jaune : on appelle cette opération *faire revenir*. On fait revenir l'acier plus ou moins, ſelon qu'il eſt beſoin que la piece ſoit dure : ſi, par exemple, on vouloit ſe ſervir de ce quarré, pour rendre quarré un trou fait dans l'acier, il ne faudroit que le faire devenir jaune ; & ſi on veut ſeulement s'en ſervir pour du cuivre, il ſera aſſez dur, en le faiſant revenir d'un bleu vif : c'eſt la même pratique, lorſqu'il eſt queſtion de tremper un foret, on le fait revenir, ſelon qu'il doit ſervir à percer de l'acier trempé ou du cuivre, &c. A propos de forets, quand on a de petits forets à tremper, on ne les

ſait pas chauffer dans le charbon, on ſe ſert d'un outil qu'on appelle un *chalumeau*, c'eſt une eſpece de tuyau recourbé par ſon petit bout, dont on place la plus grande ouverture dans la bouche & la plus petite ſur la flamme d'une groſſe chandelle; en ſoufflant on dirige cette flamme contre le foret juſqu'à ce qu'il ſoit rouge, alors on le plonge dans le ſuif de la chandelle même qui le ſaiſit & le trempe : on le blanchit & on appuie le bout du foret trempé ſur une lime; on préſente la tige du foret à la flamme pour le faire chauffer, en ſorte que cette tige qui eſt trempée revient, c'eſt-à-dire change de couleur, tandis que le bout du foret qui poſe ſur la lime conſerve toute ſa dureté, & ſans être ſujet à caſſer : ſi l'on veut que le foret ſoit moins dur, on continue à faire chauffer la tige, & l'on appuie moins fort contre la lime, & on le fait revenir comme on veut.

835. Lorſqu'on aura trempé l'étampe, on le chaſſera à force dans le trou du rochet, lequel prendra petit-à-petit la forme du quarré que l'on fera alternativement entrer & ſortir à coup de marteau, & en enduiſant l'étampe d'huile, juſqu'à ce que le trou puiſſe entrer à force & très-juſte ſur le quarré de l'arbre du barillet : quand on l'aura enfoncé juſqu'au fond, & avant cela, ôté les bavures que l'étampe aura faites, c'eſt-à-dire, qu'on aura paſſé la lime ſur les côtés plats du rochet; cela, dis-je, ainſi préparé, on tournera le rochet ſur ſon arbre, & l'on terminera le bas des dents par un trait fait avec un burin ſur le tour, afin de régler également l'enfoncement de ces dents.

836. Comme le rochet eſt fendu avec des dents inclinées, il faudra avoir attention, en étampant ſon trou, c'eſt-à-dire, en le rendant quarré, de faire entrer le quarré par le côté convenable pour que l'encliquetage ſe faſſe de maniere qu'en bandant le reſſort, il faſſe tourner la roue des minutes en avant, & ſelon l'ordre des chiffres du cadran : or comme il y a une roue intermédiaire entre le barillet & celle de longue tige, il ſuit que le barillet doit tourner du même côté que celle des minutes. Il faudra donc que les dents

du rochet ſoient inclinées de ſorte qu'on bande le reſſort en tournant en avant, & comme cela eſt dans la figure 3, qui repréſente le côté extérieur de la platine des piliers : on étampera donc le trou de ce rochet, en faiſant entrer le quarré par le deſſous du rochet.

837. Lorſqu'on aura tourné le rochet, il faudra percer un trou à travers le quarré de l'arbre bien à fleur du rochet, lequel ſervira à retenir le rochet avec le quarré au moyen d'une goupille *n*; enſuite, avant de démonter ce rochet de deſſus ſon quarré, il faut marquer un repaire en faiſant un point ſur un des pans du trou du rochet & autant ſur le côté correſpondant de l'arbre, afin qu'on le remette toujours de même, & que par ce moyen le rochet tourne rond.

838. On achevera de limer réguliérement les dents du rochet dont le côté droit doit être un peu dirigé en rentrant en *R*, centre du rochet, pour mieux retenir & arcbouter contre le cliquet *c*; car ſi le devant des dents étoit dirigé de l'autre côté du centre, l'effort du moteur tendroit à éloigner le cliquet, ainſi le reſſort ſe débanderoit tout à coup : on fera le cliquet auquel on donnera la figure de celui *c* (*fig*, 3).

839. Pour faire le cliquet on prendra du fer, qui ſoit un peu plus épais que le rochet, afin que portant à plat ſur la platine, il ſoit à fleur avec le rochet; on percera dans le milieu de ſa longueur qui eſt arbitraire, mais qui peut être d'un pouce pour cette horloge; on percera, dis-je, un trou qui ait environ une ligne $\frac{1}{2}$ de groſſeur; c'eſt ſur ce trou que le cliquet doit être mobile, en tournant autour de la vis *d* fixée à la platine.

840. Pour faire cette vis, voici comment on opérera : on prendra du fil de fer bien net qui ait près de trois lignes de groſſeur; on formera des pointes à cette broche : à l'un des bouts, on chaſſera un cuivrot pour ſervir à tourner les vis que l'on fera avec cette tige : à l'autre bout, on levera un pivot d'abord à la lime qui ait plus d'une ligne de groſſeur, & enſuite on tournera ce pivot, & ſa portée juſqu'à ce qu'il ait environ une ligne un peu plus ou un peu moins, ſelon la groſſeur

des trous de la filiere dont on veut ſe ſervir, mais plutôt plus groſſe; car comme elle doit ſoutenir tout l'effort du grand reſſort ou moteur, elle a beſoin d'une certaine ſolidité; on fera entrer à force en tournant à droite ce pivot dans le trou de la filiere, en ſorte que les pas de la filiere s'impriment profondément dans le pivot qui deviendra une vis: on appelle cela *tarauder la vis*. On taraudera ainſi cette vis juſqu'à ſa portée.

841. Pour bien tarauder, il faut qu'à chaque demi-tour que l'on tourne en avançant, reculer enſuite d'autant, & revenir ſur ſes pas, & avancer après d'un demi-tour, en allant & revenant par degrés juſqu'à la portée. Pour faciliter le taraudage de la vis, il faut y mettre de l'huile, ainſi qu'au trou de la filiere.

842. Pour diminuer à propos la vis de maniere qu'elle ne ſoit ni trop petite ni trop groſſe, mais qu'elle ſe taraude bien, il faut la tourner d'abord un peu en pointe, enſorte que l'extrémité du bout puiſſe entrer dans le trou de la filiere, & on va en avançant juſqu'au point où l'on voit le filet de la vis terminé & arrondi: c'eſt-là le point de groſſeur convenable; il ne faudra plus que tourner le reſte de la vis juſqu'à la portée de la même groſſeur, & continuer à tarauder.

843. Il y a des filieres qui portent à côté de chaque trou taraudé des trous unis qu'on appelle *Trous d'eſſai*, leſquels ſervent à donner la groſſeur dont il faut diminuer la vis pour être taraudée; on tourne la vis de groſſeur à entrer dans le trou d'eſſai, enſuite on les taraude: on peut ſuppléer à ces filieres (qui ſont commodes pour des perſonnes peu dans l'uſage de travailler) en employant la méthode que je viens d'indiquer.

844. Lorſque la vis vient à ſe courber en taraudant, il faut la redreſſer en frappant ſur la broche miſe ſur le tour & juſqu'à ce qu'elle ſoit bien ronde; enſuite on levera au burin une ſeconde portée diſtante de celle qui termine la vis de l'épaiſſeur du cliquet: on diminuera le pivot que cela formera juſqu'à ce qu'il entre très-juſte dans le trou du cliquet, & que

la portée qui reſtera après la vis, déborde un tant ſoit peu. Cette portée qui termine la vis, eſt néceſſaire pour arrêter la vis ſur la platine, & de maniere à laiſſer la liberté au cliquet de tourner autour : la ſeconde portée ſert à empêcher le cliquet de s'écarter de la platine; c'eſt pour ces raiſons qu'on appelle cette vis, *Vis à portée.*

845. La vis ainſi préparée, & le bout du cliquet qui doit agir ſur le rochet, étant limé de maniere à remplir le vuide des dents, comme on le voit dans la figure, on pourra le placer; on le préſentera donc ſur la platine, lorſque le rochet eſt placé ſur l'arbre du barillet mis en cage; l'on fera appuyer le bout contre les dents du rochet, & l'on marquera avec une pointe ſur la platine l'endroit du trou du cliquet : on percera par ce point un trou dans lequel devra entrer la vis. Pour percer ce trou de groſſeur convenable, on fera un foret qui paſſe juſte dans le trou de la filiere qui a ſervi à tarauder la vis; on trempera ce foret, & enſuite on percera le trou de la vis de cliquet à la platine.

846. Pour tarauder ce trou, c'eſt-à-dire, pour le former par un pas de vis, on prendra un bout d'acier quarré dont on formera le bout en vis & ſans le rendre rond, en le faiſant paſſer dans la filiere, en ſorte qu'il n'y aura que les angles qui ſe forment en vis; lorſque la vis ſera bien formée ſur ces angles, & de longueur un peu plus que l'épaiſſeur de la platine, on trempera ce bout d'acier taraudé, & qu'on appelle un *Taraud*; on le fera revenir bleu, & on s'en ſervira pour former le trou fait à la platine en vis : ainſi les angles creuſeront la rainure ſpirale de la vis. Pour faciliter le taraudage du trou, il faudra enduire le taraud de ſuif de chandelle; après qu'on a fait entrer toute la partie taraudée du taraud dans la platine, on paſſe une lime ſur le trou pour ôter la rebarbe ou bavure, & l'on fait entrer la vis qui eſt encore au bout de la broche, juſqu'à ce que la portée s'applique ſur la platine : on retire la vis, & on met le cliquet; on remet de nouveau la vis afin de voir ſi le cliquet a aſſez de jeu; s'il n'en a pas aſſez, on reculera la ſeconde portée qui recouvre le cliquet, & on l'adoucira

l'adoucira avec une lime à pivot : alors on fait la tête de la vis qui doit avoir près d'une ligne d'épaiſſeur au-deſſus de la ſeconde portée qui recouvre le cliquet : le deſſus de la tête doit être un peu arrondi au burin, après quoi on paſſe ſur cette tête une lime douce *à arrondir* ; on fait entrer la vis dans le trou de la filiere, & on acheve de couper la tête d'avec la tige; on ſe ſert pour cela d'une lime à *fendre* ; enſuite avec la même lime à fendre, & par le milieu de la tête de la vis, on fait une fente pour pouvoir la viſſer & déviſſer au moyen du tourne-vis : on adoucira le deſſus de cette tête, on l'ôtera de deſſus la filiere, & on la placera ſur la platine avec le cliquet. (Cette vis *d* eſt vue de profil, *fig.* 20).

847. Enfin pour achever l'encliquetage, il faudra faire le reſſort *rfd*. Pour cet effet on prendra un morceau d'acier qui ait environ vingt lignes de long & trois de large, & de l'épaiſſeur du cliquet; on percera à ſix lignes de diſtance d'un bout, un trou d'une ligne de groſſeur; on limera la tête *e* du reſſort à peu-près de la figure que l'on voit dans la figure 3, en laiſſant de la force autour du trou; on limera en diminuant le reſte de la longueur depuis la tête juſqu'au bout comme on le voit dans la figure. Quand on l'aura ainſi limé de la force convenable pour faire reſſort, on le battra au marteau légérement dans toute ſa longueur, afin de le durcir ; enſuite on l'adoucira, & avec un *bruniſſoir* (outil d'acier trempé qui eſt ovale & poli), on le polira ; on paſſera pour cela le bruniſſoir ſur du ſavon avec un peu d'eau : il ne reſtera plus qu'à le plier; ce que l'on fera en ſerrant à l'étau un petit arbre liſſe ou une broche ronde de deux lignes $\frac{1}{2}$ environ de diametre ; on appuyera la partie *f* contre cet arbre, avec une pince à goupille, tandis qu'on preſſera les bouts du reſſort, pour entourer la broche, juſqu'à ce qu'il ait la figure *efd*, ou approchant, ce qui eſt aſſez indifférent à l'effet de ce reſſort : on fera une vis ſans portée de la groſſeur du trou, mais dont la tête recouvrira le reſſort ; on percera & on taraudera un trou à la platine, à l'endroit où la tête du reſſort ne puiſſe point nuire ni aux ponts ni à la roue de cadran : cette vis retiendra le

reſſort appliqué contre la platine; & en la ſerrant très-fort, on rendroit la tête fixe pour l'empêcher de tourner, & produire par-là la preſſion du reſſort contre le cliquet; mais pour empêcher encore mieux le reſſort de tourner, on percera à l'extrémité de la tête *e* un petit trou à travers le reſſort & la platine. On chaſſera à travers le trou du reſſort, une cheville d'acier bien à force; on laiſſera ſaillir par-deſſous le reſſort le bout de cette cheville, laquelle ſervira à entrer dans le trou fait à la platine, & à maintenir le reſſort en place; tous les reſſorts doivent, pour les mêmes raiſons, être ainſi rendus fins avec des pieds ou *tenons*.

4°. *De l'exécution des Pignons & de la maniere d'aſſembler le Rouage.*

848. IL Y A des Ouvriers qui, pour abréger l'ébauche des pignons, ſe ſervent d'acier tiré à la filiere. Je ne conſeille point d'en faire uſage; car outre l'inégalité ordinaire de ces pignons, il eſt très-rare d'en trouver qui ſoient faits de bon acier pur, net, & ſans paille. On fera donc forger le pignon qui doit engrener dans le barillet, de la groſſeur convenable, pour qu'étant ébauché & rond, il ait pour diametre cinq dents pleines de la roue (528). On fera de même le pignon de longue tige, afin qu'après avoir été limé & tourné, il ait pour groſſeur quatre dents, priſes ſur les pointes de la grande roue moyenne (531), dans laquelle il doit engrener; quant aux autres pignons, ils doivent tous être pris dans de l'acier quarré, de groſſeur convenable: ainſi pour faire ces pignons, il faudra d'abord ébaucher à la lime les tiges, grandes & petites, qui forment l'axe du pignon: on appelle ſimplement *Tige*, la longue partie de cet axe, & *Tigerons*, la tige la moins longue.

849. Pour faire les petits pignons, on coupera donc dans des tiges d'acier quarré, des bouts qui ſoient un peu plus longs que la hauteur totale de la cage, en y comprenant les platines.

850. Quand on aura coupé ces pignons, il faudra les placer dans de la braiſe bien allumée, & les laiſſer s'échauffer tout ſeuls, ſans ſe ſervir de ſoufflet; ils deviendront rouges par la ſeule chaleur de la braiſe que je ſuppoſe être aſſez fort pour cela : on les laiſſera ainſi dans cette braiſe juſqu'à ce qu'elle ſoit conſumée, & que par conſéquent les pignons ſe ſoient refroidis : cette opération les aura amollis au point qu'on les travaillera avec beaucoup de facilité : on appelle cela *Faire recuire*. Lorſque le fer eſt trop dur, on le fait auſſi recuire.

851. On ébauchera de ſuite à la lime tous les pignons gros & petits; mais pour réſerver les tigerons de chaque pignon de la longueur convenable, il faut faire attention à l'endroit où les roues peuvent être placées ſur la hauteur de la cage.

852. Le pignon de la grande roue moyenne ne peut pas avoir un long tigeron, car cette roue devant être placée entre le barillet & la platine, & l'intervalle n'étant pas grand, ce tigeron ne peut pas l'être; au reſte, on peut, pour faciliter l'exécution, le tenir aſſez long pour y loger un cuivrot : le tigeron d'un pignon de longue tige ne doit pas être bien long, puiſqu'il ne doit avoir pour longueur que l'intervalle de la grande roue moyenne, c'eſt-à-dire, $\frac{2}{12}$ de ligne; mais on laiſſera également un tigeron pour pouvoir porter un cuivrot. Il eſt de même à propos de tenir les tiges & tigerons plus longs qu'il n'eſt beſoin, afin de pouvoir hauſſer ou baiſſer le pignon dans la cage : le pignon *d* de la roue de champ ne doit pas non plus avoir un long tigeron par la raiſon que la roue de longue tige *E* devant paſſer ſous le barillet, doit approcher très-près de la platine des piliers, ainſi qu'on le voit dans la figure 1 qui repréſente le côté intérieur de la platine des piliers ſur laquelle les roues ſont placées. Pour déterminer la longueur du tigeron du pignon *e* de la roue d'échappement, il faut faire attention que la roue de champ doit paſſer par-deſſus la roue des chevilles *G* : or celle-ci pour la facilité des baſcules, doit être placée au tiers

de la hauteur des platines, c'eſt-à-dire, à cinq lignes de diſtance de la ſeconde platine; & comme elle porte des chevilles qui auront une ligne, & pour que la roue de champ ne puiſſe jamais y toucher, (& que d'ailleurs rien n'empêche de faire approcher cette roue de champ de la ſeconde platine,) il faudra laiſſer un jour d'une demi-ligne entre cette roue & les chevilles; ainſi la roue de champ pourra être placée à trois lignes environ de diſtance de la platine. On conſervera donc en conſéquence un tigeron au pignon *e* du rochet qui devra être au moins de 4 lignes, à cauſe du pivot qu'il faut lever pour rouler dans la platine.

853. La premiere roue *L* de répétition doit être placée du côté de la platine des piliers, à la diſtance d'environ 4 lignes; ainſi on réſervera un tigeron au pignon *f* dans lequel elle doit engrener, qui ait au moins 5 lignes à cauſe du pivot. La roue *M* doit auſſi paſſer au-deſſus des chevilles de la roue *G* du côté de la ſeconde platine; ainſi on la placera à la même hauteur que la roue de champ. Le pignon *g* dans lequel la roue *M* engrene devra donc avoir un tigeron de la même longueur que celui du rochet, c'eſt-à-dire, environ 4 lignes. La roue *N* doit être placée du côté de la platine des piliers, & pour que le volant *V* ait plus de longueur, on éloignera ſeulement cette roue *N* de deux lignes de la platine; le tigeron du pignon *h* aura donc 3 lignes.

854. Voilà les obſervations préliminaires qu'il étoit à propos de faire pour régler les places des roues ſelon la hauteur de la cage, & pouvoir en conſéquence ébaucher & faire les pignons.

855. On ſait que l'axe du pignon de la roue des minutes *D*, doit être prolongé en dehors de la platine des piliers pour porter la chauſſée, ainſi qu'on le voit (*fig.* 4): on réſervera donc en conſéquence une tige à ce pignon, c'eſt-à-dire, qu'on la fera plus longue ou plus courte, ſelon que le cadran que l'on doit employer ſera élevé au-deſſus du dehors de la platine des piliers, ce qui dépend ſur-tout de la courbure du cadran lorſqu'il eſt d'émail, & de la hauteur des roues de cadran

(*fig.* 3). Au reſte, pour n'être pas gêné, on peut donner à cette tige preſque le double de la hauteur de la cage ; on en ſera quitte pour la raccourcir après que la chauſſée & les aiguilles ſeront ajuſtées.

856. Il faut obſerver que le milieu de cette tige doit être conſervé aſſez gros pour pouvoir y lever la premiere portée *a* (*fig.* 4) qui ſert à contenir la roue en cage, & enſuite la ſeconde portée *b*, qui ſert à arrêter la chauſſée, & l'empêcher de deſcendre plus bas ; mais cette tige & ſes pivots doivent être plus petits qu'ils ne ſont marqués dans la figure : les portées ne doivent ſe faire que lorſque le pignon eſt fendu ; il faut ſeulement ébaucher la tige, de ſorte que du milieu elle aille en diminuant, & contre le pignon pour en permettre l'enfoncement des dents, & contre le bout de la tige.

857. Pour ébaucher le pignon de renvoi *r* (*fig.* 3), il faut faire attention que la tige de ce pignon vu (*fig.* 6) doit traverſer la cage & avoir un pivot prolongé (en dehors de la ſeconde platine ſur laquelle il roule d'un côté) pour porter le limaçon des quarts *h* (*fig.* 2) ; or ce pivot prolongé doit avoir environ 5 lignes de longueur ; la cage a 17 lignes de hauteur, y compris l'épaiſſeur des platines, ce qui donne vingt-deux lignes ; enfin les ailes de ce pignon doivent avoir environ quatre lignes de longueur, & ſon tigeron peut en avoir deux ; ainſi ce pignon avec ſa tige & le tigeron pourra avoir 28 lignes.

858. Tandis qu'on ébauchera les pignons, on pourra faire en même temps l'arbre de la premiere roue de ſonnerie ; cet arbre doit être d'acier quarré que l'on rendra rond, & de même groſſeur dans toute ſa longueur ; ſa groſſeur doit être d'environ une ligne $\frac{3}{4}$, tout tourné, & la longueur doit être non-ſeulement de la hauteur de la cage, mais il doir porter de chaque côté extérieur des platines des pivots prolongés, dont l'un doit porter la poulie *P*, (*fig.* 2), & l'autre la tête de l'arbre auquel s'accroche le reſſort contenu dans le barillet *B* (*fig.* 3) ; or chaque pivot prolongé doit être d'environ cinq lignes : on aura donc vingt-ſept lignes pour la longueur de cet arbre,

859. Lorſqu'on aura ainſi ébauché les pignons, ſelon les dimenſions que nous venons d'indiquer, il faudra les tourner dans toute leur longueur en proportionnant la groſſeur des tiges à leurs longueurs & à la groſſeur des pignons ; il vaut mieux même tenir les dimenſions un peu fortes, parce qu'elles ſont plus faciles à diminuer, lorſque les pignons ſont trempés : quant à la longueur du corps du pignon ; pour celui de 12, il faut qu'il ſoit plus long que l'épaiſſeur de la roue de barillet d'environ une ligne $\frac{1}{2}$; les autres pignons peuvent avoir environ 3 lignes chacun de longueur de corps ; les plus petits pignons doivent être plus courts de corps.

860. Pour tourner les pignons à la groſſeur convenable, on ſe ſervira des regles que nous avons données, Ch. XXII. (art. 522 & ſuivants) ; ſavoir, pour le pignon de 12, 4 dents pleines ; pour le pignon de 8, 4 dents ſur les pointes ; & pour les pignons de 6 qui ſont menés, on prendra 3 dents pleines arrondies, un peu forcées ; & pour le pignon *r* de renvoi qui mene, il faudra le tenir plus gros d'environ la moitié de l'intervalle d'une dent, c'eſt-à-dire, qu'au lieu de lui donner ſeulement trois dents pleines, on lui donnera trois dents pleines, plus la moitié du vuide d'une dent.

861. Quand on aura tourné le pignon de 12 de groſſeur, avant que de réduire le corps à la longueur que nous avons dite, il faudra former au bout de la tête du pignon, du côté du tigeron, une retraite ou portée que l'on reculera un peu plus que l'épaiſſeur de la grande roue moyenne ; on enfoncera cette retraite de maniere que la portée ait environ $\frac{3}{12}$ de ligne de profondeur, afin de ſervir d'aſſiette à la grande roue moyenne qui doit être fixée contre cette portée & rivée, comme nous le dirons en ſon lieu.

862. On réſervera de même ſur le pignon *r* de la roue de renvoi, une portée pour ſervir d'aſſiette à la roue *S* dont l'épaiſſeur réglera la quantité dont on doit reculer la portée.

863. Tous les autres pignons ſeront rivés ſur des aſſiettes qui doivent être ſoudées ſur les tiges, ainſi il n'y a que ces deux pignons qui ayent beſoin de pareilles portées formées

ſur le pignon; la raiſon en eſt que la grande roue moyenne doit paſſer par-deſſus le barillet; & le pignon devant néceſſairement être placé du même côté pour engrener dans le barillet, il ne reſte pas aſſez d'intervalle pour ſouder une aſſiette; d'ailleurs une aſſiette placée ſi près du pignon, empêcheroit de polir le pignon après qu'il auroit été trempé.

864. Quand tous les pignons ſeront tournés de groſſeur, il faudra les diviſer pour les fendre: voici comment il faudra s'y prendre, ſi on n'a pas un tour diſpoſé avec une petite plate-forme ſemblable à celle de la Planche XIX. (*fig. 6*). Pour marquer les pignons, on fera entrer ſur le bout de leur tige une roue qui contienne des aliquotes de ces pignons, c'eſt-à-dire, dont le nombre de dents du pignon ſoit contenu un certain nombre de fois ſans reſte: par exemple, les pignons de cette Horloge ſont de 12, de 8, & tous les autres de 6: ainſi en prenant une roue qui ait 36 dents ou 72, on pourra par le moyen de cette roue, diviſer tous les pignons de cette piece; car je ſuppoſe qu'on prenne la roue de cadran qui a 72 dents, on voit que le nombre des ailes du pignon de 12 eſt contenu ſix fois dans celui des dents de la roue; celui du pignon de 8, neuf fois; & celui des pignons de 6, douze fois.

865. Voici donc comme on diviſera très-ſimplement ces pignons. Pour diviſer le pignon de 12, on fera entrer à force le bout de la tige dans le trou de la roue; & ſi ce trou eſt trop grand, on percera un petit morceau de cuivre un peu plus épais que la roue & un peu plus grand que ſon trou; on percera, dis-je, ce morceau de cuivre d'un trou qui ſoit de la groſſeur du bout de la tige du pignon; on en fera une virole qui étant tournée ſur un arbre liſſe de la groſſeur convenable pour entrer à force dans le trou de la roue, ſervira à la fixer avec la tige du pignon; on placera cette roue ainſi montée, ſur un tour ordinaire en faiſant rouler les pointes du pignon dans les points faits aux bords des broches, afin que le corps du pignon déborde les broches. On attachera ſur la branche du tour au-deſſous de la roue & avec une tenaille à

vis, une lame d'acier ou de cuivre battu, il n'importe, capable ſeulement de faire reſſort, & qui portera par ſon extrémité un crochet propre à entrer dans le vuide des dents de la roue pour la fixer ; (cette regle ſervira d'alidade) (431). On fera approcher le ſupport du tour fort près du pignon : ce ſupport doit être limé droit & parallele à l'axe du pignon ; on prendra *la quarre* d'une lime angulaire, comme d'une lime à arrondir, ou une pointe dure, & on tracera un trait ſelon la longueur du ſupport en traînant tout le long ; on levera le reſſort qui arrête la roue, & on la fera avancer de ſix dents : on tracera une ſeconde diviſion, & on fera avancer la roue de ſix dents, & ainſi de ſuite, juſqu'à ce qu'on ait fait faire le tour à la roue, & par conſéquent diviſé le pignon en douze parties: ces traits de diviſion ſerviront donc à diriger la lime qui doit fendre le pignon ; mais il eſt bon d'obſerver que dès que la lime à fendre a entamé la diviſion, il ne reſte plus de guide que l'œil pour juger ſi l'on n'anticipe pas ſur une dent prochaine : ainſi pour être aſſuré de ce que l'on fait, il eſt à propos de diviſer un pignon de 12 en 24 parties au lieu de 12 ; par ce moyen, il y aura 12 diviſions qui marqueront les endroits où l'on doit faire appuyer la lime pour fendre & former le vuide des dents ; & il reſtera 12 autres diviſions pour marquer la pointe des ailes ; or ces 12 diviſions n'étant pas emportées par la lime à fendre, ſerviront à guider la main & à fendre ſon pignon très-juſte.

866. Le pignon de 12 ainſi diviſé, on placera la roue ſur le bout de la tige du pignon de 8 ; & ſi le trou de la virole que l'on a fait pour le pignon de 12 eſt trop gros pour celui de 8, on chaſſera cette virole de deſſus la roue, & on en fera une autre dont le trou entre juſte ſur le bout de la tige & l'extérieur dans le trou de la roue de cadran : on placera de la même maniere que nous venons de l'expliquer, ce pignon ſur le tour, & on le diviſera en 16 parties pour en former un pignon de 8, pour les raiſons que nous venons d'en donner ; enfin on fera la même choſe pour les pignons de 6 qu'on diviſera en 12 parties par la même méthode.

867.

867. Lorſqu'un pignon eſt diviſé ; pour former le vuide des dents, on ſe ſert de limes tranchantes & un peu angulaires qu'on nomme *Limes à fendre*. Il faut avoir pluſieurs limes de cette eſpece, mais de différentes groſſeur & épaiſſeur, afin de pouvoir choiſir celle qui eſt convenable à la groſſeur du pignon & à celle des dents, & de ne pas les rendre trop minces.

868. Pour fendre un pignon, il faut le tenir d'une main au moyen d'un étau à main (ou d'une forte tenaille à boucle), avec lequel on le ſerre en le pinçant par l'extrémité de la tige. On place dans le gros étau une planche de chêne de 4 ou 5 lignes d'épaiſſeur, dans laquelle on fait des entailles pour y loger la tige du pignon : on appuie le colet de la grande tige contre la planche ; on prend d'abord une petite lime à fendre pour marquer profondément les diviſions qui doivent former le vuide des dents: on prend enſuite une lime à fendre plus épaiſſe avec laquelle on enfonce les ailes juſqu'à ce qu'on ſoit parvenu à la tige, ſi c'eſt un petit pignon ; mais ſi c'eſt le gros pignon de 12, comme la tige doit être plus petite que le bas des dents, on fait avec un burin un trait ſur le tour pour régler cet enfoncement des dents qu'il ne faut pas faire trop longues, afin de les rendre plus ſolides : on peut à peu près ſe regler, pour la proportion des dents, au pignon ponctué *b* (*Pl. V*, *fig.* 1), pour le pignon de 12 ; & pour celui de 8, au pignon de la roue *D* (*fig.* 4, & les pignons de 6 ſur le pignon *c* (*fig.* 1) ; car on ne peut pas preſcrire une regle bien poſitive pour fixer l'enfoncement d'un pignon ; cela dépend ſur-tout de l'intelligence de l'Ouvrier : lorſque le pignon doit être preſſé par une force aſſez conſidérable, comme par un grand reſſort, il faut, pour que les ailes ſoient ſolides, les tenir plus courts & moins dégagés.

869. A meſure que l'on fend un pignon, il faut avoir grand ſoin de conſerver les dents de même groſſeur, & ſe guider pour cela ſur les traits de diviſions qui ſont au milieu de la dent, & qu'il faut conſerver attentivement juſqu'à ce que le pignon ſoit fini.

870. Quand un pignon eſt fendu, il faut le placer ſur le tour, afin de dreſſer le devant des ailes, c'eſt ce qu'on appelle *dreſſer la face* ([a]); cette opération enleve les bavures de la lime à fendre, & donne le moyen de bien voir la forme du pignon.

871. On replace de nouveau le pignon ſur l'étau à main; & pour former le flanc des ailes, on ſe ſert de limes angulaires plus épaiſſes & plus douces que les limes à fendre: ces limes que l'on appelle *Limes à efflanquer*, ſont terminées par un petit plan qui forme le fond de la dent du pignon, en le rendant quarré. On paſſe ces limes bien également & droit dans chaque vuide, en ſorte qu'en conſervant les dents égales entr'elles, on dreſſe le flanc des ailes, & que l'on forme le vuide convenable pour l'engrenage, c'eſt-à-dire, que le vuide doit être un peu plus grand que l'épaiſſeur de la dent; ce que les Horlogers appellent *avoir plus de vuide que de plein*; ce qui eſt oppoſé à ce que les dents des roues exigent (780), ainſi que nous le ferons voir dans la II^e^ Partie.

872. A meſure qu'on efflanque un pignon, on ſe ſert du calibre à pignon pour l'égaliſer. Pour cet effet, avant que de paſſer la lime à efflanquer, on ouvre le calibre, enſorte qu'il embraſſe deux dents pleines: on le préſente alternativement ſur toutes les dents, & on voit par-là s'il y en a de plus écartées les unes que les autres; en efflanquant, on rejette celles qui ſont plus diſtantes, en appuyant avec la lime contre celles-là; par ce moyen on rend un pignon égal.

873. Il faut avoir pluſieurs de ces limes à efflanquer pour les différentes ſortes de pignons; car elles ſont plus ou moins angulaires, ſelon que les pignons ont plus ou moins de dents: plus les pignons ſont nombrés, & moins ces limes ſont angulaires; & au contraire. On choiſira donc pour chaque pignon la lime à efflanquer convenable, pour que l'aile ſoit ſolide du bas, ſans être trop vuide du haut; on aura auſſi attention à ne pas enfoncer inégalement les ailes d'un même pignon.

---

[a] Les dents des pignons s'appellent auſſi les *ailes*: leur devant ou le bout qu'elles préſentent, s'appellent *la face des ailes*, & leurs côtés s'appellent *les flancs*.

874. Quand on a ſuffiſamment efflanqué un pignon, il eſt preſque fini; il ne reſte plus qu'à ôter les angles qui terminent le haut des ailes, c'eſt ce qu'on appelle *arrondir*; on ſe ſert pour cela de limes qu'on appelle par cette raiſon, *Limes à arrondir* : ces limes ne ſont taillées que d'un côté; de l'autre, elles ſont unies & arrondies en allant ſe terminer en angle avec le côté plat qui eſt taillé. On ſe ſert d'abord d'une lime à arrondir, un peu rude pour ôter l'angle; enſuite avec une plus douce on acheve d'arrondir l'aile.

875. Afin de s'aſſurer que l'on arrondit également toutes les dents, on ſe ſert du calibre à pignon, & de la maniere que je viens de le dire. On a ſoin que les dents ſoient bien égales de groſſeur, arrondies également de chaque flanc, enſorte que les dents ſoient bien dirigées au centre du pignon, & qu'elles ne ſoient pas à rochet, c'eſt-à-dire, penchantes d'un côté; c'eſt ſur-tout en paſſant la lime à efflanquer qu'il faut y avoir attention; car la lime à arrondir ne doit pas toucher aux fonds des ailes, mais ſeulement entrer environ aux deux tiers de la longueur de la dent, pris depuis le fond.

876. Il faut conſerver juſqu'au dernier inſtant, les traits de diviſion qui ſont aux ſommets des dents; cela regle la lime à arrondir.

877. Les pignons étant ainſi arrondis; pour vérifier s'ils ont la groſſeur convenable pour l'engrenage, on ſe ſervira de la méthode indiquée (516); pour cet effet on arrondira quelques dents à chaque roue, & on préſentera la roue & le pignon ſur l'outil d'engrenage; & s'il y a des pignons un peu trop gros, il faudra les retourner, c'eſt-à-dire, diminuer au burin ſur le tour, & les arrondir de nouveau, juſqu'à ce qu'ils ayent la groſſeur requiſe.

878. Lorſqu'on aura fini le pignon de 12, il faudra effacer le trait que l'on avoit fait au burin, pour en régler l'enfoncement; & pour qu'il ait *plus de grace*, on fera au-deſſous du fond des dents une petite *creuſure* qui aille juſqu'à la tige en réſervant près du fond des dents un petit intervalle depuis le bord de la creuſure; on dreſſera enſuite la face du pignon

en ſe ſervant du côté d'une lime carrelette dont on fait appuyer le plan ſur la tige.

879. Quand les pignons ſeront finis, on prendra du fil rond de laiton d'environ 3 lignes de groſſeur; on en coupera des petits bouts qui, étant percés de trous ſelon les groſſeurs des tiges, ſerviront pour les aſſiettes qui doivent fixer les roues ſur les pignons.

880. Pour l'aſſiette de la roue de longue tige, on prendra du fil de laiton de quatre lignes de diametre & de cinq de longueur; on le percera d'un trou propre à entrer bien juſte ſur le milieu de la tige à l'endroit où doit être placée la roue de longue tige; pour cet effet on préſentera le pignon ſur le bord de la cage, & on enfoncera l'aſſiette juſqu'à ce que le bout du pignon, du côté du tigeron, & le bout extérieur de l'aſſiette entrent juſte dans l'intérieur de la cage; mais avant de placer entiérement l'aſſiette, il faut *ébiſeler* le trou des deux bouts de l'aſſiette, afin de faciliter l'entrée de la ſoudure. On prendra pour cet effet un foret plus gros que le trou, ce qui en ôtera l'angle; on fera la même opération à toutes les aſſiettes avant de les placer ſur leur tige pour les ſouder.

881. On placera l'aſſiette ſur le pignon de la roue de champ; en ſorte que la roue puiſſe être diſtante de 3 lignes de la ſeconde platine (comme on l'a vu 852), tandis que le pignon doit être tout contre celle des piliers, pour engrener dans la roue de longue tige.

882. L'aſſiette du rochet doit être placée à environ 2 lignes de diſtance de la platine des piliers, tandis que le pignon *e* qui la porte doit engrener dans la roue de champ diſtante de trois lignes de la ſeconde platine.

883. L'arbre de la premiere roue de répétition doit porter deux aſſiettes, ſur l'une deſquelles doit être rivée la roue *G* des chevilles, & ſur l'autre le rochet *R* d'encliquetage. La roue *G* doit être placée à cinq lignes de diſtance de la ſeconde platine; & il faut que les bouts de l'arbre qui la porte, ſoient ſaillants de chacun 5 lignes en dehors de la cage; on placera donc l'aſſiette de la roue *G* en conſéquence. Le rochet

d'encliquetage doit être diſtant de quatre lignes de la platine des piliers ; on poſera l'aſſiette en conſéquence ; on obſervera que ces aſſiettes ayant chacune environ 4 lignes de longueur pour être ſolides, les roues doivent entrer par le bout de la tige pour être rivées ſur les bouts extérieurs des aſſiettes ; & que par conſéquent ce qui forme proprement l'aſſiette, eſt en dedans de l'intervalle qui ſépare les deux roues *G* & *R*, ainſi ces deux aſſiettes ſe toucheront preſque en dedans ; on pourroit même en employer une ſeule qui auroit 8 lignes de longueur, afin de trouver aux bouts de quoi river les roues ſans changer l'intervalle qui doit les ſéparer.

884. On placera l'aſſiette de la roue *M* ſur le pignon *f*, enſorte que ce pignon étant diſtant de trois lignes de la platine des piliers, la roue *M* paſſe par-deſſus les chevilles de la roue *G*, c'eſt-à-dire, qu'elle ſoit diſtante de 4 lignes de la ſeconde platine.

885. Enfin on placera l'aſſiette ſur laquelle doit être rivée la roue *N* ſur le pignon *g*, de maniere que tandis que le pignon engrene dans la roue *M* diſtante de 4 lignes de la ſeconde platine, la roue *N* ſoit diſtante de 2 lignes de la platine des piliers. Le pignon de volant ne doit pas porter de roue, ainſi il n'a pas beſoin d'aſſiette.

886. Pour ſouder les aſſiettes ſur les pignons, on fera de la ſoudure d'argent. On prendra pour cela 3 gros d'argent ordinaire & un gros de laiton : on fera fondre le tout enſemble ſur un charbon avec un chalumeau : lorſque le tout ſera fondu & formera un petit lingot, on le forgera & on l'applatira; à meſure qu'il ſe durcira, on le recuira & on le forgera juſqu'à ce qu'on en ait fait une plaque de l'épaiſſeur d'une carte : on le recuira de nouveau.

887. On coupera avec des ciſeaux des petites bandes de cette ſoudure ; on appliquera une de ces bandes contre l'aſſiette du pignon, & avec des pinces à goupilles on la pliera autour de la tige ; on en mettra autant à chaque aſſiette ; on mouillera chaque bout d'aſſiette, afin d'y mettre du borax réduit en poudre ; on préſentera cela tout doucement contre

le charbon que l'on aura allumé dans une poële ; on laiſſera fondre le borax pour qu'il ne dérange pas la ſoudure ; enſuite on poſera le pignon ſur le charbon, & on entourera l'aſſiette de petits charbons, réſervant ſeulement une ouverture pour voir quand la ſoudure ſera fondue ; on ſoufflera légérement à cet endroit en dirigeant la chaleur contre l'aſſiette, afin que la tige ne s'échauffe pas trop, ce qui corromproit l'acier en en ſéparant les parties, en ſorte qu'il caſſeroit très-aiſément. Quand la ſoudure ſera bien fondue, on fera chauffer le pignon dans toute ſa longueur juſqu'à ce qu'il ſoit également chaud & de couleur de ceriſe ; dans cet inſtant, on prendra avec de longues pincettes le pignon par ſon aſſiette, & on le plongera perpendiculairement dans un vaſe rempli d'eau froide ; je dis perpendiculairement, parce que ſi l'on négligeoit cette précaution, & ſi on le plongeoit tout à plat, la tige ſe courberoit beaucoup plus.

888. On ſoudera & on trempera ainſi les uns après les autres les pignons & l'arbre de répétition. Quand ils ſeront tous trempés, on les blanchira avec de la pierre-ponce, en appuyant très-légérement, & les faiſant porter ſur du liege ; car ſans cette précaution, on courroit le riſque de les caſſer. Après les avoir blanchis, on les fera revenir (834) en les plaçant ſur des charbons bien allumés ; on les laiſſera chauffer juſqu'à ce que le pignon ſoit également d'un bleu vif dans toute ſa longueur. Il n'y a que les pignons qui doivent ſervir d'aſſiette pour river les roues, qui doivent être un peu plus revenus à l'endroit de la rivure, comme par exemple, d'un bleu moins vif. On fera la même opération à tous les pignons & à l'arbre de répétition.

889. Pour empêcher que les pignons ne ſe rouillent, avant qu'on les poliſſe, il ſera à propos de les enduire d'huile.

890. On prendra le pignon de 12 ; on mettra un cuivrot à l'extrémité de ſa tige ; on le placera ſur le tour, & on verra ſi la trempe ne l'a point courbé : pour cet effet, tandis qu'on le fait tourner doucement d'une main avec un archet, on tiendra de l'autre une broche de fil de laiton terminée en pointe par

le bout ; on l'approchera légérement des ailes du pignon ; ſi elles touchent toutes également la pointe, c'eſt une preuve que le pignon eſt rond, ſinon on remarquera les dents qui en approchent le plus, & avec une lime carrelette on jettera la pointe conique du tigeron de ce côté ; & on vérifiera de nouveau ſi le pignon eſt rond ; on répétera la même opération juſqu'à ce que le bout du pignon du côté du tigeron, ſoit parfaitement rond ; lorſqu'il ſera mis exactement rond par ce bout, on examinera l'autre bout de la même maniere : s'il n'eſt pas rond, c'eſt une preuve que la tige s'eſt courbée par ce bout ; on en rejettera la pointe, & ainſi ſucceſſivement juſqu'à ce que les ailes du pignon ſoient exactement rondes ; la tige ne le ſera pas ; mais on y remédiera en la tournant avec le burin.

891. Le pignon étant parfaitement arrondi, il faudra en terminer les pointes que la lime peut avoir rendues ovales ; ce que l'on exécutera de la maniere ſuivante. On tournera avec grand ſoin au bout du tigeron, une ligne de longueur ſeulement ; quand ce bout ſera bien rond, on tournera la pointe conique juſqu'à ce qu'on la coupe entiérement, & qu'on la ſépare de la pointe qui roule dans la broche du tour ; cette pointe ainſi coupée, on fera rouler le bout du tigeron tourné dans l'entaille d'une broche de laiton ; & avec une lime à pivot on rendra aiguë la pointe que le burin a coupée ; on fera tourner cette nouvelle pointe dans un petit point de la broche du tour ; & en préſentant la pointe de laiton contre les ailes du pignon, on verra ſi pendant cette opération, il n'a pas perdu ſon rond ; car en ce cas il faudroit le lui rendre en limant un peu de la pointe, & en la recoupant de nouveau, afin d'être aſſuré qu'elle n'eſt pas ovale : on fera la même opération à l'autre pointe de la tige, ce que l'on répétera juſqu'à ce que les pointes étant rondes & bien faites, le pignon tourne parfaitement rond.

892. Quand cela eſt fait, on tourne la tige & le tigeron dans toute ſa longueur, & bien uniement ; enſuite on fait rouler une lime douce pour les adoucir : cela ainſi préparé, il faut polir le pignon.

893. Pour cet effet, on l'attachera à l'étau à main, de la

même maniere que l'on a employée pour le fendre, en le faiſant appuyer dans l'entaille d'un bois attaché à l'étau (868). Pour polir ce pignon, on limera un morceau de bois de noyer de la même figure que la lime qui a ſervi à l'efflanquer, on prendra du gros *rouge d'Angleterre* ou de l'*émeri* fin, broyé avec de l'huile; on ſe ſervira de ce bois comme d'une lime, & juſqu'à ce qu'on n'apperçoive plus aucun trait de lime ſur les flancs des ailes & le fond des dents, & qu'elles ſoient bien adoucies: il reſtera à adoucir le haut des ailes; pour cet effet, on limera un morceau de noyer un peu angulairement, afin qu'il ne porte que ſur le haut des ailes; ce bois ſe creuſera en frottant, en ſorte qu'en mettant du gros rouge d'Angleterre, on adoucira l'extrémité des ailes.

894. Pour achever de polir le pignon, on prendra du bois de fuſin; on en taillera deux morceaux pour tenir lieu de ceux de noyer, l'un pour le flanc & le fond des ailes, & l'autre pour le ſommet; on employera du fin rouge d'Angleterre avec ce bois, & par ce moyen les ailes ſe poliront très-bien.

895. Les pignons étant travaillés juſqu'a ce point, on tournera bien droit & rond la portée ſur laquelle on doit river la grande roue moyenne; on en aggrandira le trou de maniere qu'elle entre à force ſur la portée du pignon: il faudra que le bout des ailes du pignon entaillé, ſoit un peu plus ſaillant que la roue, afin d'avoir de quoi le river; mais avant de river le pignon, on adoucira le centre de la roue avec une pierre douce, & on polira ce centre avec un bois de fuſin & de la pierre pourrie, broyée avec de l'huile; après quoi on chaſſera la roue ſur la portée du pignon: on prendra un cuivrot dont le trou ſoit de groſſeur à entrer librement ſur la tige de la roue; on placera le pignon ſur l'étau ouvert ſeulement pour laiſſer paſſer librement la tige du pignon; on poſera le devant du pignon ſur le cuivrot qui ſervira d'appui, tandis qu'avec la panne d'un marteau, on rabattra le bout des ailes entaillées du pignon; en ſorte qu'elles pénétreront dans la roue & la fixeront très-ſolidement avec le pignon: c'eſt ce qu'on appelle *river*; quand une roue eſt ainſi rivée ſur ſon pignon, on dit qu'elle

qu'elle eſt *enarbrée*. Pour mieux river cette roue, il ſera à propos de creuſer un peu en deſſous contre la tige de la rivure, afin qu'en frappant de nouveau avec la panne du marteau, elle ſoit rivée bien ſolidement, ce qui eſt très-eſſentiel, ſi on ne veut pas que le ſeul effort du reſſort ébranle le pignon & le faſſe tourner ſans entraîner la roue, ainſi que je l'ai vu pluſieurs fois à des ouvrages négligés.

896. Lorſqu'on rive la roue un peu fortement, en frappant inégalement autour avec le marteau, il arrive que la portée des ailes pénétre d'un côté dans la roue, & qu'elle ne tourne pas droit : pour y remedier, il faut frapper du côté oppoſé ſur la rivure, afin de ramener la roue droite; & ſi le devers de la roue eſt très-petit, on la redreſſera en frappant ſur les croiſées, en ouvrant l'étau pour appuyer la roue à plat, & pour frapper ſur celle qui demande à revenir.

897. Lorſque la roue eſt bien dreſſée, c'eſt-à-dire, qu'elle tourne bien droit des côtés, on la tournera légérement pour achever de la faire tourner parfaitement; on la tournera de même ronde, & on la limera bien plat, en emportant avec une lime douce d'Angleterre, les endroits que le burin a marqués; on la remettra ſur le tour & on fera deux petits traits légers, l'un en dedans du champ pour régler la largeur du cercle qui termine les croiſées, le ſecond à l'origine des barrettes, afin de faire le centre des barrettes exactement rond, & que par conſéquent, en limant la roue ſelon ces traits, & en rendant les barrettes égales, la roue ſoit d'équilibre; on fera de chaque côté de la roue deux traits fins au fond des dents les plus enfoncées de la roue; ces traits ſerviront, quand on fera la denture, à rendre les dents d'égale longueur, en enfonçant celles qui ne le ſont pas aſſez.

898. La roue ainſi enarbrée, on mettra ſur le tigeron un cuivrot qui donnera la facilité de polir la tige & de dreſſer la face du pignon; ce qu'il eſt à propos de faire avant de lever les pivots. On commencera par faire la face du pignon : pour cet effet, on prendra une plaque d'acier de demi-pouce en quarré; on percera au milieu de cette plaque, un trou que

l'on aggrandira, enſorte que la tige du pignon y entre librement & même avec du jeu : on dreſſera bien plan un côté de cette plaque, & on s'en ſervira pour dreſſer la face du pignon que l'on fera rouler ſur ſes pointes dans le tour, & avec l'autre on appuyera la plaque pour qu'elle porte bien à plat ſur la face du pignon ; mais pour que cette plaque dreſſe la face du pignon, il faut introduire entr'elle & ce pignon de la *pierre à huile du Levant*, d'abord réduite en poudre, & enſuite broyée avec de l'huile ; cette pierre rongera la face ; & comme la plaque eſt plane, la face du pignon le deviendra auſſi : on dreſſera de nouveau cette plaque à meſure qu'elle s'uſera : lorſque la face ſera dreſſée de maniere qu'elle porte de toute ſa largeur ſur la plaque rendue plane, on la polira, en prenant une plaque de cuivre qu'on percera d'un trou plus grand que la tige, afin qu'en promenant cette plaque à meſure qu'on fait rouler le pignon, elle emporte les traits de la pierre à l'huile. Pour polir la face du pignon, il faut introduire entre la face de la plaque de cuivre, ou du rouge fin d'Angleterre ou de la potée d'étain ; ſi l'un ne réuſſit pas, on ſe ſervira de l'autre. Ce qui peut exiger qu'on change d'ingrédient, c'eſt que le rouge ſera plus propre pour un pignon dont la trempe ſera dure, & la potée d'étain pour celui qui eſt mou ; au reſte, ce ſont-là des minuties ; car que la face d'un pignon ſoit bien ou mal polie, cela ne fait en rien à la bonté de la machine ; mais il eſt bon d'indiquer les ſoins de propreté que l'on met en uſage ; il y a beaucoup d'Ouvriers qui en font plus de cas que de l'intelligence qu'il faut employer pour conſtruire une machine ou pour en bien rendre les effets.

899. Avant de polir la tige, on terminera la *creuſure* faite au bas des dents du pignon ; on la tournera avec un burin pour la rendre bien unie, & pour diminuer le bord qui a dû s'élargir en faiſant la face ; enſuite on polira cette creuſure avec une pointe de bois & du rouge : cela fait, ſi l'on apperçoit que l'on ait un peu dépoli le bord de la face en y touchant avec le bois, on la fera rouler de nouveau contre la plaque de cuivre avec de la potée d'étain.

900. Enſuite on polira la tige ; mais pour ne pas s'expoſer à gâter la face du pignon, on coupera un morceau de carte que l'on fera entrer ſur la tige, & que l'on pouſſera contre la face ; on paſſera une pierre à huile avec de l'huile ſur la tige, en faiſant rouler le pignon, & juſqu'à ce qu'on ait emporté les traits de la lime : quand cela eſt fait (on prend une lime unie non trempée ou bien une plaque de fer : on appelle cela une *lime de fer*) ſur laquelle on met de la pierre à huile broyée, & on roule le pignon juſqu'à ce que la tige ſoit bien unie ; cela fait, on nettoye la tige avec un linge, en laiſſant toujours la carte contre la face du pignon : on prend une plaque de cuivre bien dreſſée ; on met deſſus de la potée d'étain, & on fait rouler la lime ſur la tige juſqu'à ce qu'elle ſoit bien polie & brillante.

901. La grande roue moyenne ainſi enarbrée, on prendra le pignon de longue tige que l'on dreſſera par ſes pointes, ainſi que nous l'avons expliqué pour celui de la grande roue moyenne (890). Quand les pointes ſeront terminées & rondes, on tournera la tige dans toute ſa longueur, ainſi que l'aſſiette ; après qu'on l'aura miſe ronde & droite par ſes bouts, on préſentera le pignon ſur le bord de la cage, afin de voir s'il ne faut pas la reculer, ce que l'on fera juſqu'à ce que la face du pignon étant éloignée de la ſeconde platine de la quantité que le doit être la grande roue moyenne, le devant de l'aſſiette (j'appelle *devant de l'aſſiette*, celui qui eſt du côté du bout de la tige, & *derriere de l'aſſiette*, le bout qui eſt du côté du pignon) approche fort près de la platine des piliers ; cela étant fait, on levera ſur le devant de cette aſſiette une portée de l'épaiſſeur de la roue & de groſſeur non-ſeulement à entrer dans le trou de la roue, mais telle qu'il reſte autour de la tige aſſez de cuivre pour former la rivure : on obſervera de ne pas diminuer alors aſſez cette portée pour l'entrer dans le trou de la roue *D*. On réſervera derriere la portée une épaiſſeur d'une ligne, & on diminuera le reſtant du derriere de l'aſſiette juſqu'à ce qu'il reſte ſeulement autour de la tige un canon de cuivre pour maintenir l'aſſiette ſolide, & pour ne pas emporter l'endroit de la ſoudure.

902. L'aſſiette & la tige étant tournées, il faudra polir le pignon de la même maniere qu'on a poli celui de 12 (893); on polira ſa face de même; enſuite on adoucira à la pierre à l'huile la partie de la tige qui eſt entre l'aſſiette & le pignon, & on la polira comme on l'a dit ci-deſſus (900).

903. Le pignon étant en cet état, on aſſemblera les platines, & on mettra quatre goupilles aux piliers: on prendra avec le maître-danſe la hauteur de la cage à l'endroit où la longue tige doit être poſée, c'eſt-à-dire, au milieu; alors on levera le pivot du côté de l'aſſiette: pour cet effet, on poſera une des pointes à la diſtance de la face du pignon, égale à celle que doit avoir le dehors de la grande roue moyenne contre la ſeconde platine; & pour le mieux, on fera d'abord le petit pivot; pour cet effet on mettra le barillet en cage; on préſentera la grande roue moyenne ſur le bord de la cage le plus près qu'il ſe pourra du barillet; on fera paſſer la grande roue moyenne entre la platine & le barillet, en partageant les jours convenablement; on préſentera de même ſur le bord de la cage le pignon de longue tige, de maniere qu'il ſoit dans le plan de la grande roue moyenne (tenue droite): on marquera l'endroit du tigeron où le bord intérieur de la ſeconde platine affleure; ce ſera l'endroit de la portée du petit pivot du pignon de chauſſée. On placera donc ſur le bout de la tige un cuivrot, & on formera ce petit pivot qui pourra être réduit à $\frac{4}{12}$ de ligne de diametre, & on le coupera à la longueur des deux tiers de l'épaiſſeur de la ſeconde platine; on aura attention à le couper bien rond & uni; quand on l'aura coupé au burin, on le fera rouler ſur une broche de cuivre (*Planche XIX. fig.* 10), à laquelle on fera en *c* une petite entaille propre à loger le pivot; on roulera une lime à pivot, ayant attention à ne faire qu'emporter ſeulement les traits du burin, & à ne pas changer la figure du pivot qui doit être un peu en pointe, c'eſt-à-dire, de la figure d'un bon équarriſſoir. Quand le pivot & la portée ſeront bien adoucis, on fera paſſer un morceau de linge fin ſur le bout de la broche du tour, afin qu'en poliſſant le pivot, il ne s'arrête pas dans l'entaille de la broche des grains capables de ron-

ger le pivot. Pour le polir, on prendra un morceau de cuivre rouge bien quarré, à peu-près de la groſſeur d'une lime à pivot; on mettra un peu de rouge bien fin ſur cette eſpece de lime, & on roulera le pivot avec cette lime juſqu'à ce que le pivot de la portée ſoit bien poli, ce qui ſe fera promptement.

904. Pour donner plus de brillant au pivot, on prendra un bruniſſoir à pivot; c'eſt une eſpece de lime de groſſeur de celle à pivot, mais qui eſt unie, & que l'on frotte de temps à autre ſur un bois ſur lequel on met du gros émeri: cette lime eſt trempée comme une lime ordinaire; on prend même de vieilles limes à pivot que l'on paſſe ſur la meule ou pierre à l'huile pour ôter les tailles, & enſuite on les paſſe ſur un bois avec de gros émeri; on adoucit un peu l'angle de ce bruniſſoir, afin qu'en portant contre la portée qui eſt polie, il ne la déchire pas.

905. Lorſqu'on a ainſi fini le pivot, on place ſur le corps du pignon, un cuivrot le plus petit de rainure qu'il ſe pourra; on le fait entrer aſſez avant pour qu'il affleure par le dehors avec la face du pignon, afin de ne pas empêcher de préſenter le maître-danſe ſur la portée du pivot fini, tandis que l'autre pointe va marquer ſur la tige du côté de l'aſſiette l'endroit où il faut former l'autre portée. On formera donc par cet endroit indiqué le pivot du côté de l'aſſiette; on creuſera la tige avec le burin juſqu'à ce que la portée ait environ $\frac{2}{12}$ de ligne de large: on reculera cette portée juſqu'à ce que les pointes du maître-danſe embraſſent juſte les deux portées, alors on tournera la tige juſqu'au bout, allant en diminuant de groſſeur; on polira ce pivot, comme on a fait l'autre, puis on le mettra en cage.

906. Pour cet effet on verra ſi le trou du centre fait à la ſeconde platine n'eſt point trop grand pour le petit pivot du pignon de longue tige; s'il ſe trouve trop grand, on le bouchera pour en faire un autre: pour cela, on l'aggrandira encore, en ſorte qu'il ait environ une ligne de diametre; on ébiſelera les bords du trou vers chaque côté. On prendra du laiton que l'on a ôté des angles des platines; on le durcira bien, & on

le limera rond, de façon à entrer bien juſte dans ce trou de la ſeconde platine. On coupera le bout qui y entre, en le laiſſant ſaillir des deux côtés de la platine, enſuite à coups de tête de marteau, on rabattra cet excédent ſur l'embiſelure du trou, ce qui le rivera des deux côtés & juſqu'à ce qu'on ne voye point de fente autour. On donne le nom de *bouchon* à la cheville que l'on rive dans la platine. On doit toujours prendre du laiton bien net & durci pour faire les bouchons des pivots, & les durcir encore autant que cela ſe peut en les rivant. Le fil de laiton tiré à la filiere, dont ſe ſervent quelques Ouvriers, ne vaut pas le laiton pris en planche & bien battu: dans les montres, j'emploie du cuivre de Chaudin pour boucher les trous des pivots. C'eſt une choſe eſſentielle pour conſerver les trous des pivots, & les empêcher de ſe ronger par le frottement.

907. Le trou étant ainſi rebouché, on appliquera les deux platines l'une ſur l'autre par les tenons portés par la ſeconde platine, en les mettant à leurs repaires; on prendra un foret qui ſoit en pointe & qui entre bien juſte dans le trou du centre de la platine des piliers; on ſe ſervira de ce foret pour marquer ſur la ſeconde platine l'endroit où il faut percer le trou du petit pivot de longue tige. On ſéparera les platines; on fera un foret un peu plus petit que le pivot, & on percera par le point marqué le trou de ce pivot, ayant attention à tenir le foret perpendiculaire au plan de la platine; enſuite on aggrandira avec un équarriſſoir bien adouci le trou de ce pivot, juſqu'à ce qu'il y entre; ce trou doit être aggrandi par le dedans, de la platine afin qu'il ait la forme du pivot; on aggrandira même le trou du centre de l'autre platine, juſqu'à ce que le gros pivot y entre juſte & librement; on préſentera l'autre platine pour voir ſi le pignon tourne librement; ſi les trous ſont trop juſtes, on les aggrandira; enſuite on verra, en mettant les goupilles aux platines, ſi les portées ne ſont pas trop hautes, défaut que l'on appelle *être trop haut en cage*. Si le pignon eſt trop haut en cage, & qu'il n'ait pas un peu de jeu en hauteur, on reculera en conſéquence la portée du

gros pivot; on le repréſentera de nouveau en cage, juſqu'à ce qu'il ait le jeu requis; alors on repolit le pivot & la portée, mais on ſe ſouviendra dans ce cas, lorſqu'on mettra une autre roue en cage, que l'outil ou maître-danſe donne trop de juſteſſe, & qu'en conſéquence pour que la roue ait le jeu convenable, qu'il faut un peu plus reculer les portées que l'outil ne le marque. On pourroit à la vérité regler cet outil de maniere qu'il donnât ſon jeu aux roues, il ne faudroit pour cela que rapprocher les pointes en les pliant, de ſorte qu'elles embraſſaſſent les porteés en leur état actuel; mais il faut le laiſſer juſte, afin d'avoir une meſure préciſe pour les arbres de barillet, leſquels ne doivent pas avoir de jeu.

908. Quand on aura mis la roue de longue tige en cage, & qu'elle tournera librement, on formera au dehors des trous de pivots, des creuſures en forme d'*entonnoir*, qui ſerviront à contenir l'huile qu'on doit mettre aux pivots, & qui réduiront en même temps la partie frottante de la platine à une quantité relative à la preſſion des pivots. Pour faire cette creuſure, on fera ce qu'on appelle *un foret à chanfrein*. Ce foret ſera formé d'un morceau d'acier qui aura environ 5 lignes en quarré, afin de ſervir à tous les trous dont on a ordinairement beſoin : on limera le bout de ce morceau d'acier en pointe conique d'environ 45 degrés; cette pointe ſera formée par 6 petits plans ou faces qui ſe réuniront à la pointe & y feront 6 angles; c'eſt ce qui formera le foret qui coupera par ces 6 angles. On terminera l'autre bout de cet outil en pointe conique ronde & on placera à ce bout un cuivrot : on trempera le bout du foret, & on le fera revenir jaune; on paſſera une pierre à huile ſur chaque petite face pour rendre les angles bien unis. On creuſera par le dehors de la ſeconde platine le trou du pivot en ſe réglant pour l'enfoncement juſqu'à ce que la creuſure affleure au bout du pivot ni plus ni moins : on fera de même la creuſure pour l'autre pivot au dehors de la platine en la rendant profonde d'environ un tiers de l'épaiſſeur de la platine; on appelle ces creuſures *des réſervoirs*, parce qu'elles conſervent l'huile aux pivots; choſe eſſentielle pour rendre le frottement

conſtant. En formant ces réſervoirs, il entre de la bavure dans le trou. On repaſſera l'équarriſſoir à chaque trou pour l'ôter.

909. On placera le pignon en cage, & on marquera ſur la tige prolongée qui doit porter la chauſſée, un petit trait qui marquera l'endroit où on doit former la portée pour recevoir cette chauſſée on fera ce trait d'une demi-ligne en dehors de la platine ; on ôtera le pignon & on le mettra ſur le tour afin de lever le pivot *b c* (*fig.* 4), que j'appelle le *pivot de la chauſſée*. On commencera d'abord par enfoncer le pivot devers *b* juſqu'à ce qu'il y ait une portée aſſez large pour arrêter la chauſſée ; enſuite on tournera la tige de-là juſqu'en *c*, en diminuant un peu de groſſeur. Après quoi on fera la chauſſée.

910. Pour faire le canon *a b* de chauſſée (*fig.* 5), on prendra du fil de laiton qui ait environ 3 lignes de diametre ; on en coupera un bout de la longeur *b c* du pivot ; on durcira bien ce fil en le forgeant tout autour, ſelon ſa longueur ; quand il ſera bien forgé, on marquera à chaque bout le milieu par un coup de pointeau : on fera un foret dont la groſſeur ſera un peu moindre que le petit bout du pivot de chauſſée. On placera à un bout du fil de laiton un cuivrot ; on fera rouler ce bout contre la pointe conique de la broche du tour ; on approchera le ſupport du tour tourné en travers juſqu'à l'autre bout du canon ; on appuyera le foret ſur ce ſupport, & on le tiendra fixe, tandis qu'avec l'archet on fera rouler le canon : de cette maniere on percera le trou de ce canon parfaitement droit, & juſqu'à ce que le foret ait percé le trou d'un bout à l'autre du canon, & qu'il vienne rencontrer la pointe du tour : ainſi on voit qu'il faut dégager la tige de ce foret de maniere à pouvoir entrer tout-à-fait dans le canon ; mais on ne dégage ainſi cette tige qu'à meſure que le foret perce, afin de la conſerver plus ſolide & moins ſujette à ſe courber.

911. Lorſqu'on a percé le canon de chauſſée, on prend un équarriſſoir bien fait, & on aggrandit le trou du canon juſqu'à ce qu'il ſoit prêt à entrer ſur le pivot de chauſſée, ayant attention à voir ſi le pivot porte également ſur toute la longueur ;

car ſi ce pivot a été tourné plus en pointe que ne l'eſt l'écarriſſoir, il ne faudra pas aggrandir le trou de la chauſſée pour la faire entrer trop avant ſur le pivot, puiſque dans ce cas le bout de ce pivot n'entreroit pas aſſez juſte ſur le petit bout du trou. Pour s'en aſſurer, on préſentera le bout de la tige ſur le plus petit bout du trou; s'il n'y entre pas, on peut encore aggrandir la chauſſée en ſuppoſant qu'elle n'eſt pas trop petite du côté de la portée : en un mot, il faut avoir ſoin que le pivot porte ſur toute la longueur du trou. Lorſqu'on a rendu ce trou bien uni & que l'équarriſſoir porte ſur toute la longueur du trou, on acheve d'ajuſter le pivot avec la chauſſée, en le diminuant ſur le tour aux endroits qui portent; ce que l'on voit en mettant un peu d'huile ſur le pivot que l'on fait un peu rouler dans le trou du canon; les endroits trop gros ſont marqués de noir par le canon. Avant de le faire entrer tout-à-fait au fond de la portée, il faut paſſer une lime douce & enſuite une pierre à huile ſur ce pivot, juſqu'à ce qu'il y entre avec un frottement doux.

912. Pour tourner le canon de chauſſée, on fera un arbre liſſe de la longueur & groſſeur du trou du canon, & de la même figure, en ſorte qu'il porte ſur toute la longueur du trou de canon; ainſi entré à frottement ſur l'arbre bien liſſe (tourné bien rond), on verra ſi l'arbre n'eſt point courbé par le canon, ce qui prouveroit que le trou n'eſt pas parfaitement droit; ſi cela eſt, pour redreſſer ce trou, on fera poſer les deux bouts du canon ſur la mâchoire de l'étau ouvert en conſéquence, & on frappera ſur le milieu du canon pour le redreſſer. Pour remarquer l'endroit où il faut frapper, on met le canon monté ſur ſon arbre ſur le tour, & on préſente la pointe du burin ſur le bout de l'arbre qui eſt entre le cuivrot & le gros bout du canon; l'endroit qui ſe préſente au burin tenu fixe déſigne le côté où il faut frapper : on laiſſera l'arbre dans ſon trou pendant cette opération, afin de ne pas changer la figure du trou. Quand le canon ſera dreſſé, on tournera le canon d'abord rond ſur toute la longueur; on levera la portée de la roue avec la quantité requiſe pour la rivure; enſuite on

dégagera la chauſſée en laiſſant en *b* de l'épaiſſeur pour l'aſſiette, & aſſez de force ſur toute la longueur *a b*, pour qu'on puiſſe former ſur le bout un quarré, comme on le voit en *a*, pour ajuſter l'aiguille des minutes.

913. On prendra la roue de chauſſée, on aggrandira ſon trou; & après l'avoir mis en chanfrein, on fera entrer cette roue ſur l'aſſiette de la chauſſée; on rivera le bout pour la fixer à la roue; cette roue enarbrée bien ſolidement, on paſſera dans ſon trou l'équarriſſoir dont on s'eſt ſervi pour l'aggrandir; on limera à plat l'excédent de la rivure, en ſorte que ces deux pieces n'en paroîtront faire qu'une; on préſentera de nouveau la chauſſée ſur ſa tige pour voir ſi en rivant le canon, l'ajuſtement n'a point changé; ſi elle y entre un peu trop juſte, on la rendra libre, mais ſans jeu; ce que l'on fera, ſoit en paſſant l'équarriſſoir dans le trou, ſoit en faiſant rouler le pivot de la chauſſée avec la pierre à huile, aux endroits qui portent. Quand la chauſſée tournera aſſez librement pour la faire tourner ſur ſon pivot avec un archet, tandis que le pivot eſt rendu fixe, on placera le pignon de longue tige & la chauſſée ſur le tour; on arrêtera avec des tenailles à boucle le pignon par ſon aſſiette, pour l'empêcher de tourner: on fera paſſer la corde d'un archet ſur le canon de la chauſſée, comme ſur un cuivrot; en cet état on tournera la roue de chauſſée droite & ronde, & on fera un trait fin au-deſſous du fond des dents, pour en rendre l'enfoncement égal.

914. Lorſqu'on aura terminé l'ajuſtement de la chauſſée ſur la tige, on pourra enarbrer la roue des minutes. Pour cet effet on retournera légérement la portée de l'aſſiette, afin de s'aſſurer qu'elle n'a pas changé en tournant les pivots de la chauſſée; alors on aggrandira ſon trou & on fera entrer cette roue bien juſte ſur ſon aſſiette; en cet état on la mettra dans la cage, & enſuite le barillet, pour voir ſi elle partage également l'intervalle de la platine des piliers au barillet, c'eſt-à-dire, ſi les jours ſont égaux; ſi elle eſt trop près de la platine, il faut reculer un peu l'aſſiette: elle ne peut pas être trop près du barillet, à moins que l'on n'ait négligé les

précautions que j'ai indiquées pour lever ſa portée (901) : ſi cela eſt, on en ſera quitte pour recommencer; car je n'approuve pas les aſſiettes ſoudées à l'étain. Il eſt vrai qu'en ſupprimant l'aſſiette qu'on auroit ainſi gâtée, on pourroit en chaſſer une à force; mais c'eſt une opération trop délicate qu'il eſt inutile d'indiquer à ceux qui ſont capables la mettre en uſage.

915. L'aſſiette ainſi préparée, on rivera deſſus la roue de longue tige, de la maniere que je l'ai expliqué, à cela près que la tige empêchera de rabattre la rivure de l'aſſiette avec le marteau; ainſi pour y ſuppléer, on prendra un morceau d'acier d'une ligne en quarré, & long d'un pouce & demi environ; on limera un bout en biſeau, & ſe terminant par un petit plan qui ſervira à river la roue (lorſqu'on l'aura trempé & revenu jaune); on appelle cet outil, un *pointeau à river*. On placera le derriere de l'aſſiette du pignon qui eſt encore toute quarrée ſur les mâchoires de l'étau ouvert ſeulement pour que le canon de l'aſſiette y entre; on poſera le pointeau à river ſur l'endroit de la rivure, & avec le marteau on frappera ſur l'outil à meſure qu'on fera tourner la roue pour rabattre également la rivure tout autour.

916. Lorſque la roue de longue tige ſera rivée, il faudra la dreſſer, ſi elle ne l'eſt pas, juſqu'à ce qu'elle tourne bien droit; ce que l'on fera par les barrettes (896). On tournera proprement la partie de la rivure qui eſt ſaillante, mais qu'on rendra unie ſeulement ſans l'affleurer à la roue qui n'en ſera que plus ſolidement fixée : on fera un trait fin pour régler le fond des barrettes. Mais en achevant de tourner la roue, pour éviter que ſa tige qui eſt longue & mince ne fléchiſſe pas, & pour plus de perfection, voici le moyen dont on ſe ſervira : on placera ſur le tour deux broches à lunettes pareilles à celle (*Pl. XIX. fig.* 10) : on fera entrer bien juſte le premier pivot *a* de la longue tige ſur un trou de cette lunette, & on placera le petit pivot dans un point de l'autre lunette qui ſoit également diſtant du centre de cette lunette, que celui dans lequel entre le pivot l'eſt du ſien. On mettra de l'huile au pivot qui entre dans la lunette, pour que le

frottement qu'il éprouvera ne le ronge pas : en cet état, on pourra tourner parfaitement rond la roue [a], & ſans que ſa tige fléchiſſe ; on la tournera du haut & des côtés ; on fera des traits au bas des dents, & pour régler la largeur du champ de la roue; on achevera de tourner le derriere de l'aſſiette qui eſt quarrée & qu'on pourra tourner un peu en arrondiſſant depuis la roue juſqu'au canon, ce que les Horlogers appellent *mettre en goutte de ſuif*; mais il faut laiſſer près du canon la même épaiſſeur d'aſſiette, c'eſt-à-dire, environ une ligne, afin que ſi par quelque accident on étoit forcé à changer de roue, on pût un peu reculer la portée de l'aſſiette (pour *gagner de la rivure*) & que celle-ci reſtât cependant aſſez ſolide pour ſupporter l'effort qui ſe fait en rivant : on polira tout de ſuite cette aſſiette.

917. Avant de travailler à enarbrer les autres roues & pignons, il faudra enarbrer & mettre en cage la premiere roue de répétition, à cauſe que cette roue regle la hauteur des autres. On tournera donc l'arbre de cette roue ; & s'il eſt fort éloigné d'être rond, on le dreſſera en jettant les pointes de côté; mais s'il y a peu de choſe, & que pour le mettre rond, il ne faille pas trop diminuer l'arbre, on le tournera, ayant attention premierement de couper de nouvelles pointes (819). Quand l'arbre ſera tourné bien rond, on levera les portées de chaque aſſiette pour y river les roues *G* & *R*, que l'on fera entrer ſur ces aſſiettes, & on les préſentera ſur le bord de la cage, afin de voir ſi elles ſont placées convenablement, c'eſt-à-dire, la roue *G* diſtante de cinq lignes de la platine ; & le rochet *R* de 4 : quand cela ſera fait, on tournera le derriere des aſſiettes, & on rivera d'abord le rochet *R* ; on aura attention, en le plaçant ſur ſon aſſiette, de le tourner du côté convenable pour l'encliquetage, & ainſi qu'il eſt repréſenté (*fig.* 1.) par la raiſon que le cordon *X* (*fig.* 2) doit être tiré en bas, ce qui fait rétrograder le rochet de *R* en *O*, (*fig* 1.), pour bander

---

[a] Il y a des Ouvriers qui attendent à former les pivots de longue tige, & à les mettre en cage, qu'ils l'ayent enarbrée ; mais c'eſt une mauvaiſe méthode, car la peſanteur de cette roue empêche que l'on puiſſe tourner ces pivots auſſi petits & auſſi ronds que par la méthode que j'indique, qui eſt d'ailleurs plus expéditive.

le reſſort & faire avancer le rateau (*figure* 2), pour venir preſſer le limaçon & régler le nombre des coups de marteau. On rivera enſuite la roue des chevilles : on dreſſera les roues *G* & *R*, & on les tournera droites & rondes. On achevera les aſſiettes qui ſont entre ces deux roues : on les polira ainſi que la partie de la tige qui les ſépare ; on polira de même le tigeron du côté de la roue des chevilles : cela fait, on placera le cuivrot ſur ce tigeron, & on tournera bien plan le devant du rochet & la rivure même juſqu'à la tige: on tournera ce tigeron bien rond, & allant un peu en diminuant depuis le rochet juſqu'à la pointe, on adoucira & polira ce tigeron : alors on fera entrer très-juſte le trou de la roue *L* de répétition ſur ce pivot, en ſorte que cette roue porte contre le rochet.

918. Mais ſi le trou de cette roue étoit trop grand, il faudroit l'aggrandir encore, afin de le reboucher. Pour cet effet on le fera plus grand que la tige d'environ une ligne, c'eſt-à-dire, que ſi l'arbre a une ligne $\frac{1}{2}$ de groſſeur, on aggrandira le trou de deux lignes $\frac{1}{2}$; on ébiſelera les bords du trou de chaque côté de la roue, & on prendra du cuivre bien écroui, qui ait le double d'épaiſſeur de la roue, & plus grand que ſon trou ; on le percera d'un trou plus petit que le tigeron ou pivot du rochet; on y paſſera l'équarriſſoir pour l'unir ; on le mettra ſur un arbre liſſe, & on le tournera juſqu'à ce qu'il entre bien juſte & à force dans le trou de la roue : on tournera les côtés de cette virole, & on creuſera un peu en aminciſſant contre le trou, & réſervant toute l'épaiſſeur à la circonférence, afin qu'en rivant cette virole ou *bouchon*, le trou ne ſouffre pas des coups du marteau. On en fera autant des deux côtés de la rivure ; on chaſſera la virole de deſſus l'arbre liſſe, & on la fera entrer dans le trou de la roue ; on rivera ce bouchon en l'appuyant d'un côté ſur le tas, & frappant de l'autre avec la tête du marteau, pour que le centre de la virole ſe conſerve bien concentrique à celui de la roue : cette virole étant bien rivée, on la limera à raſe de chaque côté de la roue, & on aggrandira le trou pour le faire entrer fort juſte ſur le tigeron du rochet.

919. Pour retenir cette roue contre le rochet, & ſeulement de maniere que l'un puiſſe tourner ſans l'autre, pour l'effet de l'encliquetage, on placera derriere la roue une clavette ſemblable à *c* (*Pl. III, fig.* 2.) qui ſera retenue par une rainure faite à la tige. Pour faire cet ajuſtement, il faut marquer avec une lime un petit trait ſur la tige, & qui affleure le derriere de la roue lorſqu'elle eſt appliquée contre le rochet : ôtant enſuite la roue, on fera ſur le tour une petite rainure en dehors de ce trait, laquelle aura environ $\frac{1}{12}$ de ligne de largeur & autant de profondeur. La rainure faite, on prendra un morceau de laiton qui ait un peu moins que la grandeur du rochet, & $\frac{4}{12}$ de ligne d'épaiſſeur; on l'écrouira, de maniere à le rendre de moitié plus mince : on percera au milieu un trou qui ſoit un peu plus petit que le fond de la rainure; on tracera un trait de compas de la grandeur du rochet, & on limera cette clavette juſqu'à ce trait; enſuite on la chaſſera un peu à force ſur un arbre liſſe, & on en tournera le bord & puis les côtés juſqu'à ce qu'elle ſoit réduite à une épaiſſeur égale à la largeur de la rainure; on la creuſera d'un côté afin qu'elle n'appuie ſur la roue que par ſa circonférence; on l'ôtera de deſſus l'arbre, & on percera près du bord un trou aſſez grand pour y faire paſſer le tigeron juſqu'à la rainure. On fera, de ce trou juſqu'à celui du centre, une fente ayant pour largeur la profondeur de la rainure : on fera donc entrer cette clavette ſur l'arbre par ſon trou extérieur, & en la pouſſant par ſa fente ſur la rainure faite à la tige, & juſqu'à ce que la partie du trou qui termine la fente, touche au fond de la rainure; cette clavette ſera concentrique à l'arbre, & celui-ci pourra tourner indépendamment de la clavette qui retiendra la roue appliquée contre le rochet, au moyen de la rainure faite à l'arbre.

920. Après qu'on a mis la roue contre le rochet, on place la clavette que l'on fait d'abord appuyer un peu fortement contre la roue, afin de produire un frottement aſſez grand, pour qu'en faiſant tourner l'arbre, on puiſſe tourner la roue parfaitement ronde.

921. Pour empêcher que la clavette ne ſorte de la rainure,

on met une petite vis qui entre ſur la roue, & dont la tête affleure avec la clavette, & paſſe contre le bord extérieur du grand trou, en ſorte que la tête de cette vis empêche la clavette de ſe déranger. Le bout de la vis doit être limé à raſe de la roue pour ne pas toucher au rochet; cela étant fait, on tournera la roue droite & ronde, & on terminera le fond des dents par un petit trait de burin diſtant du fond d'environ $\frac{1}{12}$ de ligne pour regler l'enfoncement des dents qui ne doit pas aller juſqu'au trait, mais à la même diſtance tout autour. J'ai déja parlé de cette opération que je ne répéterai plus, parce qu'on doit la faire à toutes les roues dentées, à commencer par le barillet, &c.

922. On démontera la roue de deſſus ſon arbre, afin de faire les pivots & de mettre cet arbre en cage: on fera d'abord le pivot du côté de la roue des chevilles qui eſt celui qui doit paſſer à la cadrature pour porter la poulie *P* (*fig.* 2). On formera la portée de ce pivot à la diſtance de cinq lignes de la roue des chevilles; on donnera environ une ligne de diametre au pivot qui ira un peu en décroiſſant de la portée à la pointe: quand il ſera tourné bien rond & uni, & la portée reculée à la quantité convenable, on le roulera & adoucira avec la lime à pivot, & on le polira avec une lime de cuivre rouge & du rouge. Le pivot fait, on mettra le cuivrot ſur le bout, & on tournera l'autre pivot après avoir pris d'abord la meſure avec le maître-danſe qui réglera la place de la portée: ce pivot qui doit être prolongé en dehors de la platine des piliers pour porter l'arbre ou crochet du reſſort, pourra être réduit à la même groſſeur que l'autre pivot, & en allant comme lui un peu en diminuant de la portée à la pointe: on adoucira ce pivot & on le polira, après quoi on mettra la roue en cage: pour cet effet, par le point marqué pour cette roue ſur le derriere de la platine des piliers, on percera un trou avec un foret un peu plus petit que les pivots; on appliquera contre cette platine la ſeconde pour tenir avec la premiere par ſes tenons & par le trou percé à la premiere, & avec le même foret, on percera le trou correſpondant de la ſeconde; on ſé-

parera les platines ; on aggrandira les trous des pivots pour qu'ils y entrent, ſçavoir, le pivot du côté de la roue des chevilles, dans le trou de la ſeconde platine, & celui du côté du rochet, dans le trou de la platine des piliers : on mettra cette roue bien libre dans ſes trous, enſuite on fera avec le foret à chanfrein les réſervoirs pour l'huile ſur le dehors des trous des platines : ces réſervoirs pourront avoir pour profondeur le tiers de l'épaiſſeur des platines.

923. Lorſqu'on aura ainſi mis cette roue en cage, on pourra achever d'enarbrer toutes les autres roues du rouage ; ce que l'on fera en commençant par la roue de champ : on dreſſera ou on fera tourner rond le pignon en jettant ſur un côté les pointes ſelon qu'il en ſera beſoin. Quand le pignon tournera parfaitement rond, on coupera de nouvelles pointes, ſelon la méthode indiquée (819). Ces pointes faites, on tournera la tige bien ronde dans toute ſa longueur, & on l'adoucira en la roulant avec une lime : on tournera l'aſſiette, & on levera la portée de la roue de champ, ſur le devant de l'aſſiette ; & pour voir ſi elle eſt reculée à la quantité convenable, on mettra la premiere roue de répétition en cage, ainſi que la roue de longue tige ; on préſentera le pignon de roue de champ ſur le bord de la cage, & on approchera le devant du pignon de l'intérieur de la platine des piliers, juſqu'à ce qu'on voie qu'il ſoit bien à fleur de la roue de longue tige avec laquelle il doit engrener (a), c'eſt-à-dire qu'il faut que le devant du pignon ſoit également diſtant de cette platine des piliers que l'eſt la roue de longue tige, cela détermine la poſition du pignon de champ, ſelon ſa hauteur ; ainſi il faut que dans cette poſition la roue de champ paſſe par-deſſus la roue des chevilles, en laiſſant un intervalle d'une ligne pour la place de ces chevilles ; on la reculera donc en conſéquence ; enſuite on dégagera le derriere de l'aſſiette, en réſervant ſeulement une ligne d'épaiſſeur d'aſſiette, & terminant le reſte par un canon afin d'alégir la tige.

(a) Lorſqu'un pignon eſt ainſi à fleur ou à la même hauteur que la roue dans laquelle il doit engrener, & que le devant des ailes paſſe un peu le devant de la roue, les Horlogers diſent *que la roue engrene en plein dans ſon pignon.*

924. Il faut obſerver, par rapport à la groſſeur que l'on doit donner aux portées des roues pour les rivures, que pour ne laiſſer que le moins poſſible de peſanteur aux aſſiettes, on doit diminuer ces portées juſqu'à ce qu'il reſte autour de la tige une épaiſſeur (en laiton) qui ait environ $\frac{2}{12}$ de ligne, quantité qui eſt à peu près requiſe pour avoir aſſez de matiere à rabattre ſur la roue pour la river. Au reſte la grandeur des trous que l'on a faits aux roues détermine en partie la groſſeur de cette portée; & à moins qu'ils ne fuſſent trop petits, & qu'ils ne laiſſaſſent pas aſſez d'étoffe à la portée pour river la roue, ſi l'on réduiſoit ces portées à la groſſeur du trou, on réduira la portée au plus petit calibre, & on aggrandira le trou de la roue, ſelon le calibre de la portée; mais ſi le trou eſt un peu plus grand qu'il ne ſeroit beſoin, il faura néceſſairement ſe régler ſur cette grandeur pour le calibre de la portée, afin d'éviter de reboucher le trou de la roue, ce qu'il ne faut pas faire aux roues qui étant minces ſe rivent ſur des aſſiettes, car elles ne ſeroient pas aſſez ſolides.

925. Par rapport à la grandeur des trous des roues, nous l'avons à peu près limitée (766) pour des roues de moyenne grandeur, comme le ſont celles de ce rouage; ainſi on ſe réglera ſur les trous de ces roues pour le calibre des portées pour les rivures, c'eſt-à-dire, que l'on diminuera ces portées, juſqu'à ce qu'elles puiſſent entrer à peu-près dans les trous des roues; & pour les y faire entrer tout-à-fait, & un peu à force, on ſe ſervira de l'équarriſſoir pour aggrandir tant ſoit peu le trou, & le netoyer des rebarbes qu'il pourroit y avoir.

926. Enfin pour ne laiſſer pas trop d'étoffe à l'aſſiette qui ſoutient la roue avant de l'enarbrer, on diminuera ces aſſiettes juſqu'à ce qu'elles reſtent environ de demi-ligne plus grandes que la portée, cette quantité étant ſuffiſante pour former l'appui de la roue, lorſque c'eſt de petites roues; car ſi ce ſont de grandes roues, qui reçoivent de l'effort, il faudra proportionner l'appui de l'aſſiette & la groſſeur de la portée à cet effort.

927. L'aſſiette de la roue de champ diſpoſée avec les précautions que nous venons d'indiquer, on rivera la roue ſur ſon aſſiette, au moyen de l'outil à river que l'on doit avoir fait; on la mettra droite, & on la tournera ſur le bord & les côtés; on limera le plan de la roue pour ôter les traits du burin & la rendre bien plane & également épaiſſe; & ſe réglant ſur les traces du burin que l'on effacera également & avec précaution tout autour de la roue & de chaque côté de la roue, on remettra la roue ſur le tour pour faire les traits du bas des dents & ceux qui doivent borner les croiſées. On achevera de tourner le derriere de l'aſſiette que l'on figurera un peu en goutte de ſuif (916); mais on aura ſoin de ne pas trop affoiblir l'appui de la roue & le canon de l'aſſiette. Dans les dernieres roues du rouage, on doit tenir le milieu de la roue plus petit, les barrettes & le champ de la roue plus étroits, afin de n'avoir pas trop de peſanteur. Lorſqu'on fait les croiſées des roues, on les laiſſe plus larges; & ce n'eſt que lorſqu'elles ſont enarbrées que l'on fixe cette largeur qui doit être plus grande dans les premieres roues, & aller en diminuant à proportion qu'elles ſont plus petites.

928. La roue de champ étant enarbrée, on fera la même opération à la roue d'échappement. On *dreſſera* ([a]) le pignon; on formera les pointes; on tournera la tige & l'aſſiette. Pour reculer la portée de la rivure de la roue, on ſe réglera ſur la diſtance dont la roue de champ eſt éloignée de la cage: on obſervera que comme elle eſt éloignée d'environ 3 lignes, il n'eſt pas néceſſaire que le devant du pignon affleure au devant de la roue, comme il le faut au pignon de champ avec la roue de longue tige, afin de conſerver le plus de tigeron qu'il eſt poſſible à ce pignon pour empêcher l'huile du réſervoir de s'extravaſer & entrer dans les ailes du pignon, défaut qui arrive lorſque les portées ſont très près du pignon, c'eſt-à-dire, lorſqu'il ne reſte pas de tigeron; mais on n'a pas cet obſtacle à craindre dans le pignon de roue d'échappement, puiſqu'il peut

---

[a] *Dreſſer* s'entend ici pour *faire tourner rond* le pignon; les Ouvriers ſe ſervent de ce mot pour exprimer cette opération.

avoir un tigeron de deux lignes ; & ſans que la roue affleure le devant des ailes, elle peut même engrener dans le milieu de la longueur des ailes un peu plus ou un peu moins : cela eſt égal, (lorſqu'il y a de l'eſpace pour le tigeron).

929. Quand la roue d'échappement ſera enarbrée, on la dreſſera & tournera bien ronde & droite ; mais on attendra de faire les traits aux croiſées que la roue ſoit fendue : on ne fera pas non plus de trait pour régler le fond de la denture, puiſque l'on ne ſait pas encore ſa profondeur qui eſt ſur-tout déterminée par la nature de l'échappement que l'on veut employer.

930. On paſſera aux roues de répétition dont on dreſſera les pignons, en ſuivant la méthode indiquée ci-devant (890 & 891) : on fera paſſer la roue *M* à une ligne au-deſſus de la roue *G* : elle ſera donc placée à la même hauteur que la roue de champ ; ainſi on reculera l'aſſiette en conſéquence, ayant attention que le milieu des ailes ou à peu près du pignon, ſoit placé à la hauteur de la roue *L* qu'on placera dans la cage pour ſervir à déterminer la hauteur de la portée pour river la roue *M*. Quand cette roue *M* ſera tournée ronde & droite, les traits faits, l'aſſiette finie, &c, en un mot enarbrée, on dreſſera le pignon *g* ; on fera ſes pointes, on tournera ſa tige, l'aſſiette & la portée que l'on reculera à propos, pour que le pignon ſe trouvant placé à la hauteur de la roue *M*, celle *N* qui doit être rivée ſur l'aſſiette ſoit diſtante de deux lignes environ de la platine des piliers ; on rivera cette roue ; on la tournera ronde & droite ; on la limera bien plane ſur ſes côtés, ſelon les traits du burin, comme je l'ai expliqué (896 & 897) ; opération qu'il faut faire à toutes les roues que l'on enarbre, afin de les rendre parfaitement égales d'épaiſſeur ; on fera les traits, pour le fond des dents, croiſés, & milieu. On tournera le derriere de l'aſſiette. On dreſſera le pignon de volant ; on fera ſes pointes, & on tournera ſa tige, pour qu'elle aille tant ſoit peu en diminuant depuis le pignon, afin que les deux extrémités du volant *V* entrent bien juſte ſur cette tige ; on l'adoucira à la lime. Enfin on dreſſera le pignon *a r* de renvoi (*fig.* 6), & on tournera les pointes de la tige.

931. Les roues étant ainſi enarbrées, & les pignons dreſſés, on polira tous les pignons, en tenant la roue d'une main, & faiſant appuyer l'extrémité de la tige ſur l'entaille d'un bois attaché à l'étau : on ſe ſervira d'abord pour adoucir les ailes des pignons, d'un bois de noyer limé ſelon le vuide qui ſépare les ailes, comme nous l'avons expliqué (893) : mais on aura l'attention de ne pas appuyer trop fortement pour ne pas caſſer les ailes ; on adoucira le haut des dents avec un bois qui n'appuyera que ſur le haut & ſans toucher le fond des flancs ; on fera la même opération aux pignons de volant & de renvoi que l'on tiendra par le bout des tiges avec des tenailles à boucles.

932. Quand on aura bien adouci tous les pignons, on les polira avec du fuſin limé convenablement, dont on ſe ſervira avec du rouge d'Angleterre.

933. Les pignons étant tous bien polis, on mettra des cuivrots ſur ces pignons, & on en adoucira les tiges, d'abord avec la pierre à huile, enſuite avec une lime d'acier détrempée & limée unie, employant de la pierre du levant broyée avec de l'huile ; & enfin on le polira avec une plaque d'étain & du rouge fin d'Angleterre, ou bien avec une lime de laiton & de la potée d'étain : à meſure qu'on adoucit & qu'on polit les tiges, on doit faire appuyer la lime, ſoit d'acier ſoit de cuivre, contre le derriere des dents du pignon, ce qui les dreſſe & les polit.

934. Après avoir poli les tiges, il faudra faire les faces des pignons : pour cet effet on fera des petites plaques d'acier que l'on percera chacune d'un trou, de groſſeur différente, ſelon la groſſeur des tigerons ; on placera des cuivrots ſur les bouts des tiges ; & en roulant d'abord avec de la pierre à huile broyée miſe ſur la plaque d'acier, on dreſſera & on adoucira la face du pignon ; enſuite on la polira en ſe ſervant d'une plaque de cuivre percée d'un trou un peu plus grand que la groſſeur du tigeron ; on ſe ſervira de rouge fin d'Angleterre ou, comme je l'ai dit, de la potée d'étain ; on polira ainſi les faces de tous les pignons, & ſelon la méthode indiquée plus au long (898).

935. Les roues & pignons étant ainſi préparés, il faudra

faire les pivots de ces pignons : on commencera par ceux du pignon de grande roue moyenne. Pour cela on placera le barillet tout monté dans la cage ; on poſera la grande roue moyenne ſur le bord de la cage, en ſorte qu'elle paſſe entre le barillet & la ſeconde platine ; on lui fera partager également cet intervalle : on marquera dans le moment un trait ſur le tigeron en dedans de la ſeconde platine : ce trait marquera l'endroit où il faut lever la portée du pivot. On mettra ſur le milieu de la longueur de la tige un cuivrot, & on enfoncera le pivot par le trait marqué ſur le tigeron : on ne reculera pas d'abord tout-à-fait cette portée juſqu'au trait, il vaut mieux former d'abord le pivot qui devra avoir $\frac{8}{12}$, de ligne de diametre, & de longueur un peu plus de trois quarts de l'épaiſſeur de la platine : on préſentera de nouveau la roue ſur le bord de la cage, afin de reculer petit à petit la portée ſelon qu'il en eſt beſoin, pour l'intervalle du barillet à la platine, en obſervant le même intervalle de la roue à la platine que l'on a ſuivi lorſque l'on a fait les pivots de la roue de longue tige (903).

936. Le pivot étant réduit à ſon diametre donné, & la portée reculée comme il faut, on tournera l'angle de cette portée, & on fera une petite rainure à l'extrémité du petit plan incliné que cela formera avec le tigeron ; ce trait de burin ou rainure bornera l'huile qui n'étant pas attirée par une grande ſurface, ne tendra pas à s'extravaſer du réſervoir pour aller ſur le milieu de la roue. Pour éviter plus ſûrement ce défaut, on peut alonger le tigeron en creuſant le pignon au-deſſous de la rivure, mais ſans altérer la ſolidité de cette rivure.

937. On adoucira le pivot & la portée avec une lime à pivot bien douce & quarrée, & dont l'angle ſoit bien vif : j'ai déja dit, par rapport aux pivots (903), qu'il faut qu'ils aillent un peu en diminuant de la portée à la pointe ; c'eſt ce que l'on doit faire lorſqu'on les tourne, car la lime à pivot ne doit pas en changer la figure, elle doit ſeulement ôter les traits du burin, ſans diminuer le pivot : l'angle qui termine la portée avec le pivot doit être bien droit & coupé

net au burin : enfin, ſi l'on veut avoir des pivots bien faits, il faut qu'ils ſoient tournés au burin de la groſſeur & figure qu'ils doivent avoir, & qui ne doit pas changer en les adouciſſant & en les poliſſant : il faut donc avoir de bons burins dont les faces ſoient bien dreſſées ſur la pierre à huile, & dont l'angle ſoit très-vif, c'eſt-à-dire, point émouſſé par la pointe.

938. On adoucira ce pivot en le faiſant rouler ſur l'entaille d'une broche du tour ; & pour le polir, on revêtira cette broche d'un linge fin, & on employera une lime de cuivre rouge & du rouge fin d'Angleterre. Nous avons expliqué (*903* & *904*) toute cette opération qu'il faut mettre en uſage à chaque pivot, ainſi nous ne la répéterons plus ; on obſervera ſeulement qu'il faut avoir pluſieurs broches de laiton ajuſtées ſur le tour pour avoir des entailles de différentes groſſeur & épaiſſeur, ſelon la groſſeur & la longueur des pivots.

939. Lorſqu'on n'a pas la main aſſez aſſurée pour bien rouler un pivot, on peut y ſuppléer par la méthode dont on ſe ſert pour les petits pivots de Montre ; c'eſt de placer dans l'entaille d'une broche *c* (*Pl. XIX. fig.* 10) une petite vis diſtante du bout entaillé du pivot, de la largeur d'une lime à pivot ; par ce moyen la lime à pivot porte en même temps ſur le pivot & ſur la vis ; & ſelon que l'on éleve, ou que l'on enfonce cette vis, la largeur de la lime devient droite ou inclinée au pivot ; ainſi on rend le pivot cylindrique ou en pointe : la tête de la vis eſt placée en deſſus, & eſt fendue, afin de la monter ou deſcendre avec le tourne-vis, ſelon la groſſeur & figure du pivot ; on abaiſſe la vis juſqu'à ce que la lime s'applique ſur toute la longueur du pivot, & poſe en même temps ſur la tête de la vis.

940. Nous obſerverons encore, qu'à meſure que l'on adoucit le pivot en le faiſant rouler ſur la broche du tour, que l'on doit paſſer la lime à pivot ſur la pointe coupée du pivot pour rendre cette pointe unie & un peu émouſſée, afin que lorſqu'on met la roue dans ſa cage, cette pointe ne déchire pas la ſeconde platine pendant qu'on amene le pivot dans ſon trou ; mais il faut avoir ſoin en ôtant l'aigu de cette pointe, à ne pas faire perdre le rond au bout du pivot, en ſorte qu'en le plaçant de nouveau ſur le trou d'une broche du tour, le pivot tourne auſſi rond que lorſqu'on l'a tourné. On évitera ce défaut, lorſqu'on coupe le pivot de longueur, ſi on a ſoin de le tourner avec ſoin au burin, mais en y allant très-doucement, juſqu'à ce que le burin ſoit parvenu au centre de ce pivot; on donne même avec le burin une petite courbure ſphérique à la pointe du pivot, au lieu de le rendre conique & angulaire: ainſi coupé au burin, on roule le bout de ce pivot ſur la broche de cuivre pour l'adoucir, & on paſſe le bruniſſoir à pivot ſur ce bout: après qu'on a poli le pivot, on paſſe ce même bruniſſoir ſur la totalité du pivot avec les précautions indiquées ci-devant (904).

941. Le pivot du tigeron de la grande roue moyenne étant fini, on mettra quatre goupilles aux platines, & l'on prendra avec le maître-danſe, la hauteur de la cage à l'endroit où cette roue doit être placée; on fera l'autre pivot à l'endroit marqué par une pointe, tandis que l'autre appuie ſur la portée du pivot fini. On diminuera le pivot juſqu'à ce qu'il ſoit de la même groſſeur que celui qui eſt déjà fait: on obſervera qu'il pourroit même être plus petit, par la raiſon que l'action du reſſort ſur le pignon étant faite preſque à l'extrémité de l'axe, la preſſion ſur le pivot placé près du pignon, eſt beaucoup plus grande que la preſſion ſur l'autre pivot: ces preſſions ſont en raiſon réciproque de leurs diſtances au centre de la roue; car ſi on ſuppoſe que le pignon eſt placé au milieu entre les deux pivots, & que la preſſion ſe fait en ce point, il eſt évident que chaque pivot (ſuppoſé de même groſſeur & longueur) éprouve le même frottement; mais ſi la preſſion ſe fait aux trois quarts de la longueur, le pivot placé à ce bout éprouvera un frottement trois fois plus grand, & ainſi de ſuite: ainſi dans notre exemple, ſi de la diſtance de l'appui de la roue ſur le pignon juſqu'au pivot du côté du pignon, il y a trois lignes; la diſtance priſe du même point de preſſion juſqu'à l'autre pivot ſera de 12 lignes (puiſque la hauteur totale du dedans de la cage eſt de 15 lignes en négligeant l'épaiſſeur des platines), ainſi la preſſion ſur le plus proche pivot ſera

à la preſſion ſur le pivot le plus diſtant, comme 12 eſt à 3 ; ou 4 à 1 ; d'où il ſuit que pour rendre ces frottements de même nature, il ſeroit néceſſaire, ou d'augmenter la longueur du pivot à raiſon de la différence des preſſions, ou d'augmenter les parties frottantes : c'eſt pour prévenir cet inconvénient qu'il faut placer les pignons (principalement dans les machines qui ont de grands frottements) le plus également diſtants des pivots qu'il eſt poſſible ; mais cela n'eſt pas toujours praticable dans les machines d'Horlogerie.

942. Pour en revenir aux pivots de la grande roue moyenne, on voit, par ce que nous venons de dire, qu'il eſt néceſſaire que le pivot du côté de la roue ait une certaine groſſeur, & qu'il ſoit long ; parce que, comme il ſoutient lui ſeul la plus grande partie de l'action du reſſort, les éminences du pivot pénétreront dans les pores du trou ; & plus ſa ſurface ſera petite, & plus les parties qui la compoſent déchireront le trou, ſur-tout ſi le pivot eſt petit, car alors ſa ſurface eſt compoſée de parties angulaires. On ne peut donc faire trop d'attention à toutes ces circonſtances, qui ſi elles ne diminuent pas la quantité abſolue du frottement, le rendent au moins conſtant, ce qui revient preſque au même : quant à l'autre pivot, comme il eſt preſſé par une petite force, il eſt aſſez indifférent de le faire plus petit ou plus grand, ayant ſur-tout un mouvement lent : on pourra donc le faire preſque de la même groſſeur que celui du côté du pignon.

943 : Les pivots de la grande roue moyenne étant faits, on fera ceux de la roue de champ ; & l'on fera d'abord celui du côté du pignon, dont la portée ſera diſtante de la face, de la même quantité que l'eſt le devant de la roue de longue tige, afin qu'il affleure à cette roue. On mettra cette roue dans la cage, afin de mieux juger cette quantité dont elle eſt éloignée de la platine des piliers : on levera le pivot, & on reculera la portée en conſéquence ; ce pivot peut avoir $\frac{4}{12}$ de ligne de diametre. Comme le tigeron ſera aſſez court, il faudra éviter que l'huile du réſervoir ne puiſſe s'introduire dans le pignon, pour cet effet on creuſera tant ſoit peu le bas des ailes avec

un

un burin aigu ; on ôtera foiblement l'angle de la portée, & on fera un petit trait de burin, pour que l'huile n'aille pas plus loin ; ce pivot peut avoir les deux tiers de l'épaiſſeur d'une platine pour longueur, c'eſt-à-dire, $\frac{9}{12}$ de ligne : on le coupera donc en conſéquence, au burin & de la maniere que je l'ai dit (940) ; on adoucira & on polira le pivot & la portée ; on mettra un cuivrot ſur le pignon, & aſſez avant pour qu'il n'empêche pas le maître-danſe d'appuyer d'une de ſes pointes contre la portée du pivot fini ; on prendra la hauteur de la cage avec cet outil, & on formera le ſecond pivot auquel on donnera la même groſſeur & la même longueur qu'à celui qui eſt déjà fait ; on l'adoucira & on le polira de la même façon.

944. On pratiquera la même choſe pour les pivots de la roue d'échappement : ils doivent être un peu plus petits & plus courts que ceux de la roue de champ : on ſe réglera ſur la hauteur de la roue de champ pour lever d'abord le pivot du côté du pignon ; on fera la portée de la même maniere avec une petite rainure pour arrêter l'huile ; obſervation qu'il ne faut négliger à aucuns pivots : il faut auſſi avoir ſoin de conſerver une certaine largeur à ces portées, afin que, par leur frottement contre la platine, elles ne puiſſent pas former un petit enfoncement très-nuiſible, & qui ôte la liberté du mouvement : c'eſt ce qui ne manque jamais d'arriver, lorſque ces portées ſont trop étroites, & que les trous des pivots ſont un peu grands ; & cela arrive ſur-tout aux pivots du côté du pignon, lorſque l'on a trop enfoncé les ailes, & que le tigeron étant venu fort petit, on s'eſt vu forcé de faire un pivot trop fin pour avoir une bonne portée ; c'eſt donc une attention qu'il ne faut pas négliger en fabriquant ces pignons ; & ne pas faire comme bien des Ouvriers qui, pour donner *plus de grace* à leurs pignons, en enfoncent ſi fort les ailes, qu'ils ſont obligés, pour ne pas rendre la tige & le tigeron trop foibles, de laiſſer la canelure faite par la lime à fendre. Il faut préférer de faire des machines plus ſolides & mieux raiſonnées, que de s'attacher à imiter de pareils ouvrages.

945. Lorſqu'on aura fait & fini les pivots du rouage du

mouvement, on fera ceux des roues de ſonnerie. On commencera par ceux de la roue *M*; on levera celui du côté du pignon, auquel on donnera pour diametre $\frac{3}{12}$ de ligne, & pour longueur un peu plus des deux tiers de l'épaiſſeur de la platine; on reculera la portée, ſelon la poſition de cette roue, que nous avons dit devoir paſſer à une ligne au-deſſus de la roue *G*, à cauſe des chevilles qu'elle doit porter. On adoucira, & on polira ce pivot, on levera & on finira de même l'autre pivot qui doit être de la même groſſeur & longueur.

946. Pour lever les pivots de la roue de volant *N*, on ſe réglera ſur la hauteur de la roue *M*: on reculera donc la portée ſelon qu'il ſera beſoin. Les pivots de la roue de volant doivent être plus petits & plus courts que ceux de la roue *M*: on les fera donc en conſéquence, & on les polira ſelon les méthodes que j'ai indiquées.

947. Enfin on levera les pivots du pignon de volant; mais avant de les faire, on formera ſur le milieu de la longueur de la tige, une rainure avec le burin, laquelle aura $\frac{1}{2}$ ligne de largeur & un douzieme de ligne de profondeur, & ſera coupée bien plate dans le fond, & quarrément par les bords: cette rainure ſervira à contenir un petit reſſort plat qui étant mis à travers le volant, retiendra celui-ci avec le pignon par un frottement aſſez fort pour que le pignon par ſon mouvement entraîne le volant. Pour lever la portée du côté du pignon, on ſe réglera ſur la diſtance de la roue *N* à la platine des piliers, afin qu'elle engrene en plein dans le pignon. On fera les pivots plus petits & un peu plus courts que ceux de la roue de volant *N*.

948. Lorſqu'on aura fait les pivots du pignon de volant, on fera le volant. On fait ordinairement le volant avec du laiton fondu exprès; mais ſi l'on n'en trouve pas de modele, on pourra ſe diſpenſer d'en faire un exprès pour cela; ainſi on prendra du laiton qui ait une ligne d'epaiſſeur; on lui donnera pour longueur une ligne de moins que la longueur de la tige priſe du derriere du pignon juſqu'à la portée du pivot: on donnera 9 lignes de largeur à ce cuivre: on l'ébauchera avant

de l'ecrouir, c'eſt-à-dire, qu'on l'amincira de chaque côté en réſervant ſeulement à chaque bout dans le milieu de la largeur une têtine qui aura deux lignes de largeur & une ligne d'épaiſſeur; on réduira le reſte à un tiers de ligne d'épaiſſeur; enſuite on l'écrouira bien dur au marteau, ayant ſoin de l'élargir plus que de l'alonger, pour qu'il ne devienne pas plus long que la tige; car on ne pourroit raccourcir que très-peu les têtines, pour leur laiſſer une certaine ſolidité autour des trous, qui doivent être percés dans leur longueur, pour faire entrer la tige du pignon de volant. Pour durcir les têtines ſans les amincir, on ſerrera la partie mince du volant à l'étau, en faiſant appuyer le derriere de la têtine ſur les deux mâchoires; en cet état on les frappera à coups de marteau; on en fera autant à toutes deux: le volant étant bien écroui, on percera les têtines ſelon la longueur du volant bien au milieu de la largeur & de l'épaiſſeur; ce trou devra être un peu plus petit que le petit bout de la tige du pignon; on ne percera que les têtines; car le volant étant mince ne pourra être percé dans ce ſens ſelon ſa longueur; mais pour le faire, on tirera une ligne ſelon la longueur du volant qui paſſe bien par le milieu des trous faits aux têtines; par cette ligne, on percera à travers le volant des trous qui ſoient fort près les uns des autres; & ainſi entre tout l'intervalle qui ſépare les têtines, on limera toutes les petites ſéparations de ces trous; enſorte que l'intervalle entre les deux têtines formera une fente qui permettra à la tige de paſſer dans toute la longueur du volant, & d'entrer dans les trous des têtines que l'on aggrandira en conſéquence; on élargira la fente qui ſépare les têtines, afin que ces bords ne touchent point à la tige; ainſi le volant tiendra au pignon par ſes deux extrémités. Il faut que le volant entre librement ſur la tige.

949. Le volant ainſi préparé, on en limera les bouts pour qu'ils ſoient d'équerre avec les trous des têtines; & l'on accourcira le volant juſqu'à ce qu'il ſoit d'une demi ligne plus court que la tige priſe du derriere du pignon, juſqu'à la portée du pivot. On tiendra le volant le plus large qu'il ſe pourra, c'eſt-à-dire,

de maniere a paſſer à côté de la tige de la roue de volant ſans y toucher : par ce moyen on aura dequoi l'étrécir pour faire ſonner la répétition de la vîteſſe convenable, lorſque la piece ſera finie : le volant doit être de même largeur dans toute ſa longueur. Cela fait, on limera le volant que l'on rendra fort mince & d'égale épaiſſeur, enſorte qu'il ſoit d'équilibre dans quelque poſition qu'on lui donne lorſqu'il roule ſur les pivots de ſon pignon : on terminera les têtines que l'on rendra les plus légeres qu'il ſe pourra, ſans qu'elles puiſſent cependant fléchir; on les arrondira autour des trous, & également.

950. On fera enſuite le reſſort qui doit obliger le pignon d'entraîner le volant : on peut faire ce petit reſſort de pluſieurs manieres, mais voici celle que je préfere. On pratiquera vis-à-vis de la rainure faite à la tige, une fente tranſverſale qui ſoit faite de chaque côté de la fente du volant juſqu'au milieu de ſa largeur; cette fente doit être de même largeur que la rainure faite à la tige, & on obſervera, en marquant cette fente, de placer le volant ſur ſa tige, enſorte que l'un des bouts ne touche pas au derriere du pignon, & que l'autre ſoit aſſez éloigné de la portée pour qu'il ne puiſſe jamais aller toucher à la platine lorſque le pignon eſt mis en cage : c'eſt cette fente tranſverſale qui doit ſervir à loger un petit reſſort mince, recourbé pour appuyer par le milieu de ſa longueur ſur la rainure de la tige, tandis que les deux bouts paſſent ſur l'autre côté du volant, & appuyent chacun par leurs bouts ſur l'extrémité de la fente tranſverſale, ils anticipent même un peu ſur la largeur du volant : pour faire ce reſſort, on employe de l'acier mince que l'on écrouit, (un bout de reſſort de montre *revenu* eſt bon pour cela); on le rend également large & épais ſelon toute ſa longueur, qui eſt moindre que la largeur totale du volant.

951. On pourroit croire que ce reſſort eſt inutile; & qu'en faiſant entrer le volant à frottement ſur ſa tige, cela produiroit le même effet; mais on ſe tromperoit. Ce reſſort eſt abſolument néceſſaire dans une piece à ſonnerie; car la détente qui arrête la cheville de la roue d'arrêt, ſuſpend tout à coup le mouvement du rouage; mais à cauſe de l'inertie ou peſanteur,

le volant tend à continuer ſon chemin avec ſa vîteſſe actuelle; ſi donc on le ſuppoſe fixé ſur la tige, & qu'il ait une certaine peſanteur, il fera néceſſairement caſſer les pivots du pignon; mais ſi au lieu d'être fixé à la tige, il peut tourner ſéparément par frottement doux; la roue d'arrêt étant arrêtée ſubitement, ainſi que la roue de volant, & par conſéquent le pignon de volant, le volant continuera à tourner, & ſéparément du pignon, juſqu'à ce qu'il ait conſumé toute la force de mouvement; ainſi il n'en pourra réſulter aucun accident; d'ailleurs un volant ainſi arrangé fait moins de bruit en tournant que s'il étoit rendu fixe ſur la tige.

952. Dans les Horloges à répétition, il n'eſt pas abſolument néceſſaire que le volant puiſſe tourner ſéparément du pignon, ainſi que nous venons de faire voir qu'il l'eſt aux ſonneries; car dans une répétition, l'encliquetage de la premiere roue *L* de ſonnerie, permet au rouage de continuer à tourner du même côté par l'impulſion du volant & l'inertie des roues, à cauſe que l'arrêt ſe fait par l'axe & non par le rouage; mais malgré cela il eſt à propos de faire un reſſort aux volants de répétition, parce que le rouage fait moins de bruit en tournant.

953. Le reſſort de volant ne doit pas être trop fort, afin qu'il ne puiſſe pas *fauſſer* la tige: c'eſt pour prévenir ce défaut qu'il eſt néceſſaire de conſerver la tige d'un pignon de volant plus forte, & qu'il ne faut pas faire la rainure au milieu de la longueur, comme nous l'avons dit, mais preſqu'à l'extrémité du volant: ainſi on place ce reſſort en conſéquence.

954. Les roues & les pivots amenés en cet état, on pourroit faire les dentures, mettre les roues en cage, & former les engrenages; mais afin de faire toutes les dentures de ſuite, il eſt à propos d'enarbrer, & de poſer les roues de cadrans & leurs ponts. Pour cet effet, on fera d'abord le pont *a b*, (*fig.* 3), de la roue de cadran. Ce pont (a) eſt de laiton fondu. A

---

[a] Il y a des Ouvriers, qui pour faire ces ſortes de ponts prennent du laiton en planche d'environ une ligne d'épaiſſeur, qui le plient ſelon la forme requiſe, pour former les deux pattes, & qui rivent enſuite un canon dans le milieu pour porter la roue de cadran; mais ce pont eſt moins ſolide que d'une ſeule piece, & d'ail-

Paris, l'on en trouve de tout faits chez les mêmes Marchands qui vendent les limes, les outils d'Horlogers; & en général ces Marchands vendent tous les outils & matériaux néceſſaires pour la fabrique des ouvrages d'Horlogerie.

955. Il y a des Ouvriers qui font rouler le canon de la roue de cadran immédiatement ſur le canon de chauſſée, ainſi que cela ſe fait dans les montres; mais pour éviter le frottement que cauſe la peſanteur de la roue de cadran ſur la chauſſée, il eſt à propos de faire le pont *a b* dont nous venons de parler; ce pont s'attache ſur la platine, & porte un canon, dans le trou duquel le canon de la chauſſée paſſe librement & ſans y toucher; le dehors du canon du pont ſert à recevoir le canon de la roue de cadran; ainſi celle-ci ne gêne point le mouvement de la chauſſée, qui ayant douze fois plus de vîteſſe que la roue de cadran, exige qu'on la décharge de la preſſion de cette roue; cela eſt ſur-tout néceſſaire dans les Horloges à ſecondes, dont on veut réduire les frottements pour n'avoir que la moindre force motrice.

956. Si l'on n'eſt pas en lieu de pouvoir trouver ce pont jetté en moule, on fera un modele en bois; on prendra pour cela un morceau de bois de hêtre ou autre, de la longueur de *a b*, de cinq lignes de largeur, & de quatre lignes d'épaiſſeur; on le percera dans le milieu de ſa longueur & de ſa largeur, d'un trou propre à laiſſer paſſer le canon de la chauſſée. On mettra la roue de longue tige en place, & la chauſſée ſur ſa tige; on entaillera ce bois en travers de toute la quantité requiſe, pour laiſſer paſſer en deſſous la roue & l'aſſiete de chauſſée, & que les pattes *a b* poſent ſur la platine: on réduira le reſte de l'épaiſſeur au-deſſus de l'entaille à une ligne d'épaiſſeur, en limant à plat toute la longueur du bois; & pour que les pattes n'ayent pas une épaiſſeur inutile, on entaillera (par-deſſus) les bouts *a h*, *b g*, juſqu'à ce que ces pattes ayent une ligne d'épaiſſeur. Il reſtera à chaque bout des montants coudés en *g* & en *h*, auxquels on donnera auſſi une ligne d'épaiſſeur.

---

leurs plus difficile à exécuter. Il eſt vrai que pour le faire d'une ſeule piece, il faut avoir un modele; mais ce modele une fois fait ſert pour toutes les pieces qu'on a à faire, ſoit ſonnerie ou répétition.

Pour achever ce modele, il ne reſtera qu'à tourner un morceau de bois qui ait environ un pouce de long & quatre lignes de diametre, il ſervira à faire le canon du pont; on le tournera ſur toute ſa longueur; on levera à un bout une portée de la groſſeur du trou fait à la traverſe *g h* du pont, & de l'épaiſſeur d'une ligne; on fera entrer à force cette portée, & on la colera pour ne former avec le pied qu'une ſeule piece: on obſervera que le trou du canon du pont ne doit pas être percé au modele, parce que ce trou eſt trop petit pour devoir ſe former à la fonte, cela ne ſerviroit d'ailleurs de rien. Le modele fait, on le fera jetter en moule.

957. Le pont ainſi fondu, on écrouira les pattes, le canon & la traverſe, en maintenant le tout bien droit; enſuite on percera ſelon la longueur du canon, bien droit & au milieu, un trou avec un foret un peu plus petit que le canon de chauſſée; on aggrandira ce trou avec un équarriſſoir, juſqu'à ce que la chauſſée y entre bien juſte; on chauſſera ce canon ſur un arbre liſſe, afin de marquer un trait de burin qui ſerve à dreſſer le deſſous des pattes pour qu'elles poſent bien à plat ſur la platine, & que le canon ſoit perpendiculaire au plan de la platine; on les dreſſera donc en conſéquence, & on limera le deſſous de la traverſe juſqu'à ce que l'aſſiette de la chauſſée n'y touche plus, & que les pattes poſent bien à plat ſur la platine, tandis qu'elle entre juſte ſur le canon de chauſſée. Cela étant, on percera à chaque bout les trous pour les vis qui doivent fixer ce pont ſur la platine. On mettra le pont à ſa place, ayant l'attention de diriger les pattes du pont pour qu'elles ne nuiſent pas à l'encliquetage, & qu'elles réſervent la place de la roue de renvoi, marquée ſur cette platine par le calibre qui y a été tracé; en cet état on percera avec le même foret les trous à la platine; enſuite on fera les vis, & on taraudera les trous faits à la platine; mais avant d'attacher le pont, on en aggrandira un peu le trou pour que la chauſſée n'y entre pas ſi juſte, mais qu'elle puiſſe tourner librement & ſans jeu, ni par un bout ni par l'autre; enſuite on attachera le pont ſur la platine; en cet état, il faut (ſi le pont eſt bien poſé) que la chauſſée tourne librement, ſans quoi c'eſt une marque que le pont n'eſt

pas bien concentrique à la chauſſée. Pour corriger ce défaut, on aggrandira les trous des vis du pont un peu plus qu'il n'eſt beſoin pour le paſſage des vis ; on attachera le pont fortement ſur la platine par le moyen de ces vis ; & avec un marteau, on chaſſera le pont en frappant ſur les côtés des pattes, en eſſayant à chaque coup de faire tourner la chauſſée ; quand elle tourne librement, on perce à chaque bout des pattes un trou qui traverſe les pattes & la platine ; ces trous ſerviront à y chaſſer des pieds pour arrêter le pont à l'endroit convenable, pour qu'il ſoit concentrique à la chauſſée.

958. Pour percer les trous des pieds, on prendra un foret qui ait une demi-ligne de groſſeur ; on paſſera dedans un équarriſſoir pour les rendre unis, & on fera un repaire d'une des pattes du pont avec la platine, afin de ne pas changer les pattes de côté; on démonte le pont, & on lime des chevilles de fil de laiton tiré bien dur pour les faire entrer dans ces trous ; ces chevilles qu'on appelle des *pieds* ou *tenons* doivent être peu en pointe ; après qu'on les a limées bien rondes & unies, on les fait entrer à force ſur la patte du coq, en les chaſſant par le dehors, c'eſt-à-dire, du même côté où l'on a paſſé l'équarriſſoir ; on les lime à fleur de la patte de ce côté, & on les laiſſe ſaillantes en deſſous de l'épaiſſeur de la platine.

959. Pour ôter les rebarbes des bouts de ces tenons, on fera un outil que j'appellerai *Foret à tenon ;* ce *foret* ſe fait avec un bout d'acier tiré rond, lequel a environ une ligne $\frac{1}{2}$ de diametre : on lime plat un bout de ce fil d'acier, & on fait deux fentes en croix avec une lime à fendre, enſorte qu'il ſe forme au point de réunion une creuſeure formée par quatre angles qui ſervent à couper les rebarbes des tenons ; on en fait de différentes groſſeurs ſelon celle des tenons ou chevilles : le bout de cet outil doit être trempé & revenu jaune ; & l'autre bout fait en pointe, doit porter un cuivrot comme un foret : ſi les tenons du pont entrent trop à force dans les trous faits à la platine, on aggrandira un peu ces trous, mais légérement, car ces tenons doivent entrer un peu à force.

960. Le pont étant ainſi poſé, on le mettra ſur l'arbre liſſe

liſſe, afin de tourner ſon canon, ce que l’on fera juſqu’à ce que l’épaiſſeur de ce canon ſoit autour du trou d’environ $\frac{1}{4}$ de ligne au plus ; on tournera le milieu de la traverſe *g h* pour la rendre bien plane, & on limera le reſte de cette traverſe en la réduiſant d’égale épaiſſeur ſur toute ſa longueur ; on réſervera une petite épaiſſeur ſur le canon au-deſſus de cette traverſe, laquelle formera une aſſiette qui éloignera la roue de cadran d’un quart de ligne de la traverſe, c’eſt-à-dire, qu’on reculera la portée du canon juſqu’à un quart de ligne du deſſus de cette traverſe.

961. Le canon du pont ainſi préparé, il faudra faire le canon de la roue de cadran. On ſe ſervira pour cela de fil de laiton tiré ou fondu, n’importe, qui ait environ un pouce de long & cinq lignes de diametre ; on l’écrouira bien dur, & on le percera ſur le tour (910) avec un foret un peu plus petit que le dehors du canon du pont, pris par le bout ; on aggrandira ce trou pour le faire entrer ſur le canon, & pas tout-à-fait au fond, mais ſeulement juſqu’au milieu de ſa longueur ; on placera ce canon ſur un arbre liſſe, & on le tournera dans toute ſa longueur ; on formera au bout du côté le plus aggrandi du trou une portée pour recevoir le trou de la roue de cadran ; on laiſſera une épaiſſeur convenable pour la rivure : cela fait, on réſervera l’épaiſſeur de l’aſſiette, & on tournera de-là juſqu’au bout du canon, en le réduiſant à environ demi-ligne d’épaiſſeur autour du trou : on aggrandira le trou de la roue de cadran pour le faire entrer bien juſte ſur la portée du canon ; & on le rivera après avoir ébiſelé le trou pour la place de la rivure ; & afin que cette roue ne puiſſe pas ſe dériver en paſſant l’équarriſſoir dans le trou de ſon canon, on ne limera pas la rivure tout-a-fait à fleur de la roue : on paſſera l’équarriſſoir dans le trou du canon, afin d’ôter les rebarbes ; on tournera légérement la partie ſaillante de la rivure en la mettant un peu en goutte de ſuif; on tournera, & on dreſſera la roue ſur ſes côtés ; & on fera les traits pour le fond des dents & pour les croiſées ; bien entendu que les arbres liſſes dont on ſe ſervira pour tour-

ner ces canons, doivent être parfaitement ronds & de la forme des équarriſſoirs.

962. Pour faire entrer le canon de la roue de cadran ſur celui du pont, on tournera ce dernier petit-à-petit, afin de l'y faire emboîter juſte & ſans jeu à un bout plus qu'à l'autre, employant pour cela les précautions indiquées pour la chauſſée; (911) on fera tourner librement la roue ſur le pont en adouciſſant le canon du pont avec une lime douce, & paſſant enſuite un bruniſſoir plat pour ôter les traits de la lime.

963. Pour tourner la roue parfaitement ronde ſur ſa circonférence, on la fera rouler ſur le canon du pont: celui-ci placé ſur l'arbre liſſe, on le mettra ſur le tour, & on le rendra immobile avec une tenaille qui l'empêchera de tourner; on entourera le canon de la roue avec la corde d'un archet, & en cet état on tournera la circonférence de la roue.

964. Pour achever les roues de cadran, il ne reſtera qu'à enarbrer la roue de renvoi *S* (*fig 3.*). Si le trou de la roue eſt de la groſſeur juſte de la portée que l'on a formée ſur le pignon, on la rivera après ſon pignon, ſinon il faudra river une aſſiette ſur ce pignon; pour cet effet, on reculera encore cette portée d'une deuxieme épaiſſeur de la roue *S*, pour avoir l'épaiſſeur de l'aſſiette; on prend, pour faire cette aſſiette, du laiton qui ait environ quatre lignes de diametre, & deux fois $\frac{1}{2}$ l'épaiſſeur de la roue; on écrouira ce laiton, & on percera dans le milieu un trou de groſſeur propre à faire entrer à force ſur la portée du pignon; on tournera cette aſſiette, & on formera deſſus une portée pour l'épaiſſeur de la roue; on creuſera ſur le tour le milieu de l'aſſiette, pour que cette premiere rivure ſoit plus enfoncée que celle de la roue; on rivera cette aſſiette ſur le pignon, & bien ſolidement; on tournera l'aſſiette bien ronde; on donnera pour longueur de la portée l'épaiſſeur de la roue, & en ſus la quantité requiſe pour la rivure; on laiſſera cette portée aſſez groſſe, pour qu'en rivant la roue, on ne puiſſe pas déranger la rivure du pignon.

965. Lorſqu'on aura rivé la roue de renvoi ſur cette aſ-

ſiette, on la tournera droite & ronde : enſuite on fera les pivots ; pour cela il faudra préſenter cette roue ſur le bord de la cage, en faiſant approcher la roue de renvoi à la même diſtance du dehors de la platine des piliers, que l'eſt la roue de chauſſée ; alors on marquera un trait ſur la tige, bien à fleur du dedans de la ſeconde platine ; ce trait marquera l'endroit de la portée du gros pivot, lequel doit rouler dans cette platine, & dont le bout prolongé doit porter la piece des quarts : on levera la portée de ce pivot, & on fera le pivot qui doit avoir à peu-près $\frac{3}{4}$ de ligne de diametre, ce qui dépend de la groſſeur de la tige, qu'il eſt néceſſaire de diminuer au point de former une bonne portée pour le pivot ; ce pivot fait & fini, ainſi que nous l'avons expliqué (903), on formera le ſecond pivot en levant la portée à $\frac{1}{4}$ de ligne de diſtance de la face du pignon : ce pivot peut avoir un $\frac{1}{3}$ de ligne de diametre, ſi le tigeron eſt aſſez gros, pour qu'après avoir levé une portée convenable, le pivot reſte à cette groſſeur ; ſinon on le diminuera, s'il eſt beſoin, pour former la portée.

966. Avant de faire les dentures pour former les engrenages, il faudra achever les croiſées des roues (à l'exception de celles du rochet d'échappement qui ne doivent être finies qu'après que la roue eſt fendue) afin qu'après que les dentures ſeront faites, les roues n'ayent plus aucuns efforts à éprouver qui puiſſent les courber & les rendre mal droites ; enſorte que par cette précaution les roues reſteront parfaitement rondes, & qu'on formera de bons engrenages. On limera donc ces croiſées ſelon les traits qu'on y a faits au burin : on rendra les barrettes d'une même roue également larges entr'elles, & en leur conſervant la ſolidité convenable, c'eſt-à-dire, relative à l'épaiſſeur de la roue, à la largeur du champ, & à la preſſion que la roue doit ſoutenir ; enſorte que ſi la roue recevoit un effort, toutes ſes parties puiſſent fléchir également, & ſans qu'une d'elles pût caſſer plutôt qu'une autre : de cette maniere la roue reſtera ſolide, & ſera la plus legère qu'il eſt poſſible.

967. Pour former les croiſées, on a dû ſe ſervir de limes

à *feuilles de ſauge* rudes pour limer ledédans du champ, & pour les barrettes, de limes *à barrettes rudes*; ce ſont des eſpeces de limes à arrondir, mais qui ſe terminent en pointe : pour achever les croiſées, on ſe ſervira des mêmes eſpeces de limes, mais qui ſeront douces, & dont les angles ſoient nets & vifs, afin de terminer proprement les coins des croiſées.

968. Quand les croiſées ſeront ainſi terminées, on ôtera les angles ou carres des barrettes & du champ, afin que l'ordure ne puiſſe y être arrêtée par les bavûres; enſuite on promenera la largeur de la lime douce à barrette, ſelon la longueur des barrettes & du tour du centre, pour *mener les traits de la lime en long* : on fera de même ſur le dedans du champ. Les barrettes ainſi adoucies, on les polira, en ſe ſervant pour cela d'un bruniſſoir de figure ovale terminé en pointe : on plongera le bruniſſoir dans l'huile, & on le promenera ſur les barrettes, en appuyant un peu fortement & ſelon les traits faits en long, ce qui effacera ces traits : on brunira ainſi les barrettes, le tour du centre & le dedans du champ des roues, & les croiſées ſeront finies.

4°. *Faire les Dentures & former les Engrenages ſur l'outil, & mettre les Roues en cage.*

969. POUR contenir les roues ſolidement pendant qu'on en fait les dentures, il faut avoir une planche que l'on attachera à l'étau, & contre laquelle on fera appuyer la roue en la preſſant avec une main contre la planche, tandis qu'avec l'autre on arrondit les dents. Il faut que cette planche ſoit de bois dur, tel que le chêne; elle aura environ ſix lignes d'épaiſſeur, trois pouces de large, & ſix pouces de longueur : on percera cette planche de pluſieurs trous aſſez grands pour laiſſer paſſer librement les pignons, afin que les roues poſent à plat contre la planche; ces trous doivent être percés aſſez près du bord pour qu'il n'y ait qu'une portion de la roue qui saille par-deſſus le bord de la planche; ainſi ces trous doivent être plus ou moins éloignés du bord de la planche, ſelon qu'ils doivent ſervir à de

grandes ou à de petites roues ; cette planche doit être bien plane & unie, afin que la roue ne puiſſe bercer & ſe courber pendant qu'on en forme les dents.

970. Avant que de travailler à arrondir les roues de cette Horloge, il eſt bon d'obſerver que les dents de toutes les roues ne doivent pas avoir la même figure, & que l'origine de la courbe doit ſe prendre plus ou moins près du ſommet de la dent, ſelon que la roue engrene dans un pignon plus ou moins nombré : ſi, par exemple, on fait les dents de la roue de barillet, laquelle doit engrener dans un pignon de douze, comme les dents de la roue doivent moins pénétrer dans l'intervalle des ailes du pignon pour former l'engrenage, il ſuit de-là que la courbure des dents doit être plus proche du ſommet ; mais ſi au contraire on fait les dents de la roue de longue-tige, comme cette roue engrene dans un pignon de ſix, alors chaque dent de la roue doit conduire le pignon pendant la ſixieme partie de ſa révolution, c'eſt-à-dire, lui faire décrire 60 dégrés ; c'eſt ce que les Horlogers appellent la *menée*. Ainſi la menée du pignon de ſix étant double de celle du pignon de douze, la dent pénétrera d'autant plus, & la courbe devra prendre ſon origine plus près du fond de la dent : par ce moyen on parviendra à rendre la menée de la dent uniforme. Au reſte nous renvoyons, pour ce qui regarde la théorie des courbes des dents, à notre ſeconde Partie, & ſur-tout au Cours de Mathematiques de M. Camus ; & pour ſuppléer à l'un & à l'autre, l'outil d'engrenage ſervira à donner ces courbes, ainſi que nous le verrons ci-après.

971. Quoiqu'il ſoit aſſez indifférent par quelle roue commencer, pour en faire la denture, on ne fera pas mal de faire d'abord les dents de la roue de barillet. Comme ces dents ſont plus groſſes, on s'accoutumera plus facilement à former les courbes qui deviennent plus apparentes : on prendra donc le barillet monté ſur ſon arbre ; on percera à la planche un trou convenable pour laiſſer paſſer le pivot du côté de la roue, & ce trou ſera diſtant du bord, de maniere que les dents ne faillent au-deſſus du bord de la planche qu'à peu-près comme le

barillet ſaille les platines, dans les figures de la Planche V^e; par ce moyen on tiendra plus facilement la roue appliquée contre la planche, ſans que l'effort de la lime fatigue la main qui appuie ſur le barillet.

972. Pour ébaucher les dents, on prendra une lime à *trois carres*, & on limera les angles des dents, en faiſant entrer dans l'intervalle des dents l'angle de la lime, & on appuiera, en dirigeant la lime ſelon l'axe du barillet, pour que l'on ne faſſe pas les dents inclinées ſur l'axe, ce que l'on appelle *faire les dents à vis ſans fin*; on aura auſſi attention d'abattre également les carres à chaque côté des dents, & à chaque dent de la roue, & juſqu'à ce que l'on ait fait le *tour de la roue*; c'eſt-à-dire, ôté les angles de toutes ſes dents : lorſqu'on aura ainſi paſſé la lime à trois carres, on ſe ſervira d'une lime à arrondir rude pour ôter les pans ou angles des dents, & on formera la courbe également de chaque côté des dents, & toujours en dirigeant la lime ſelon l'axe de la roue, afin de ne pas arrondir les dents à vis ſans fin : on aura auſſi attention à ce que le devant & le derriere des dents ſoit limé de la même courbure; pour cet effet il faut pouſſer la lime ſans la hauſſer ni baiſſer, mais en la menant parallélement à l'axe de la roue.

973. La roue ainſi arrondie, on choiſira une lime *à égalir* qui entre bien juſte dans le vuide des dents, & on s'en ſervira pour en dreſſer le fond, & pour ôter les traits que la fraiſe a faits aux flancs des dents : ſi les dents de la roue ne ſont pas également enfoncées, on prendra une lime *à égalir-bâtarde*, & on enfoncera les dents les moins longues, en ſe réglant pour cela ſur le trait fait près du fond des dents.

974. Les dents ainſi préparées, il faudra, avant de les adoucir, préſenter la roue ſur l'outil d'engrenage, ainſi que le pignon dans lequel elle doit engrener, & comme on le voit (*Planche IV. fig.* 2.) On fera approcher la roue de ſon pignon, de la maniere que je l'ai expliqué (518), & juſqu'à ce que l'on ait trouvé la diſtance la plus convenable entre les deux axes, afin que l'engrenage ſe faſſe le plus uniformément. Pour bien

juger de l'effet de l'engrenage des roues miſes ſur l'outil, on preſſe avec une main ſur l'axe du pignon, pour produire un frottement, tandis qu'avec l'autre main on fait tourner la roue par un mouvement lent, afin de juger de l'inégalité du mouvement que les dents de la roue produiſent ſur le pignon : ſi on ne peut pas trouver un point où l'engrenage ne ſe faſſe pas ſans ſault, c'eſt une marque que la courbure des dents n'eſt pas bien faite, (car je ſuppoſe qu'on a fait le pignon de la groſſeur convenable, & ſelon les regles preſcrites) ; ainſi les inégalités dans le mouvement de la roue & du pignon, ſont produites par les mauvaiſes courbures des dents, c'eſt-à-dire, qu'elles ſont encore trop quarrées, & pas aſſez arrondies ; on les arrondira donc de nouveau en abbattant plus fortement les angles pour former une bonne courbure : & s'il arrivoit que les dents de la roue euſſent été faites trop vuides, & que l'on ne pût pas y former une courbure propre à mener uniformement les ailes du pignon, on pourroit faire cette courbure plus grande d'un côté de la dent que de l'autre ; c'eſt-à-dire, que le ſommet où la courbure de chaque côté de la dent vient ſe réunir, ne ſeroit pas au milieu de l'épaiſſeur de la dent, mais un peu ſur le côté, ayant égard pour cela au côté ſelon lequel la roue doit tourner. On voit que par ce procédé l'engrenage ne ſeroit uniforme, que lorſque l'on fait tourner la roue du côté où les grandes courbes ſont formées, & qu'en la faiſant tourner de l'autre ſens, l'engrenage ſe feroit par ſault ; mais il ne faut pas avoir égard à cette prétendue difficulté ; car dans nos Horloges, les roues vont toujours du même côté ſans aller & revenir alternativement ſur elles-mêmes. Au reſte on préviendra toute objection, lorſqu'en fendant les roues, on choiſira des fraiſes aſſez minces pour laiſſer, ainſi que nous l'avons dit (780) plus de plein que de vuide, par ce moyen on forme des courbures propres à faire de bons engrenages.

975. En arrondiſſant les dents, il faut avoir grande attention de ne pas atteindre tout-à-fait le ſommet des dents avec la lime à arrondir, afin de leur conſerver la même longueur, & par conſéquent de ne pas altérer la rondeur de la roue.

976. Lorſqu'on aura retouché les courbes des dents, on préſentera de nouveau la roue & le pignon ſur l'outil, & on approchera ou on écartera la roue du pignon pour trouver le point de diſtance le plus convenable pour cette roue.

977. Pour éviter de retoucher à pluſieurs fois à toutes les dents d'une roue, & pour leur donner la courbure convenable, on peut n'arrondir d'abord qu'environ deux fois autant de dents que le pignon que cette roue mene a d'ailes; ainſi on arrondira ſeulement 20 ou 24 dents de la roue de barillet, & on en changera la courbure juſqu'a ce que l'engrenage ſoit bon; & ſi la roue étoit trop grande, relativement à ſon pignon, c'eſt-à-dire, ſi l'on avoit fait ce pignon trop petit, il faudroit tourner cette roue & diminuer la longueur de ſes dents pour la réduire au volume convenable pour rendre l'engrenage uniforme. Quand on aura ainſi déterminé la courbure des dents, & réduit la roue à ſa vraie grandeur, on formera les courbures du reſte des dents de la roue, & on aura attention à les faire parfaitement ſemblables aux premieres; on préſentera, pour cette vérification, la roue & le pignon ſur l'outil, pour pouvoir toucher aux dents dont la courbure ne ſeroit pas bien faite.

978. Les dents amenées à ce point, il faudra les adoucir; mais avant de le faire, il faut placer la roue de barillet ſur le tour, & la faire tourner ſur ſon axe rendu fixe, afin de couper légérement les ſommets des dents pour les réduire exactement à la même longueur : les Horlogers appellent cette opération, *friſer les pointes des dents*; alors on prend une lime à arrondir douce pour ôter les marques du burin faites au ſommet des dents, & réformer de nouveau la courbe de celles des dents qui étoient plus longues, & les rendre par ce moyen parfaitement égales entr'elles.

979. Il eſt bon d'obſerver que pour faciliter l'exécution des courbes des dents, il faut choiſir des limes à arrondir aſſez épaiſſes pour qu'elles ne puiſſent pas atteindre au fond de la dent, mais ſeulement juſqu'à l'endroit où la courbe prend ſon origine; par ce moyen la lime eſt guidée par le vuide des dents

dents comme par une rainure ; ainſi le *dos* ou partie non taillée, appuie ſur le côté d'une dent, tandis que la partie taillée lime le côté d'une autre dent : à meſure qu'on lime, il ne faut que faire tourner la lime dans la main pour arrondir & former la courbure.

980. Les dents de la roue de barillet étant faites, on arrondira, par ces mêmes méthodes, & avec les mêmes ſoins, la grande roue moyenne, en ſe ſervant d'abord d'une lime à trois carres pour ôter les angles des dents, & enſuite d'une lime à arrondir bâtarde, & de groſſeur & d'épaiſſeur convenables à pouvoir entrer aſſez avant dans le vuide des dents, pour former les courbures ſelon la profondeur néceſſaire pour l'engrenage. On examinera l'engrenage avec l'outil, ſelon les méthodes preſcrites ci-deſſus, & juſqu'à ce qu'il ſe faſſe uniformément ; alors on friſera les pointes des dents ; mais pour faire cette opération il faut prendre deux broches à lunettes, (916) qui s'ajuſtent ſur le tour, & on percera à chacune à la même diſtance du centre, des trous pour y faire entrer bien juſte les pivots de la grande roue moyenne ; on paſſera l'équarriſſoir dans ces trous pour les rendre unis, & que les pivots puiſſent y tourner librement & ſans jeu ; on fera rouler les pivots dans ces broches ajuſtées ſur le tour ; on mettra de l'huile aux pivots pour adoucir le frottement qu'ils éprouvent par ce roulement, & on tournera les pointes des dents pour les réduire exactement à la même longueur, & rendre la roue parfaitement ronde ; enſuite on achevera d'arrondir les dents de la roue avec une lime bien douce ; on terminera le fond des dents & les flancs avec une lime douce à égalir.

981. On arrondira par les mêmes méthodes toutes les roues de l'Horloge, ayant attention de n'en terminer aucune ſans en tourner les pointes, en faiſant rouler les pivots dans des trous de broches à lunettes ; & pour la roue de cadran, on fera rouler le canon ſur le pont de la même maniere que nous l'avons expliqué (963) ; & la même choſe pour la roue de chauſſée (913).

982. Quant aux roues de cadran, il faut, avant d'en

terminer les dentures, les préſenter ſur l'outil d'engrenage; pour voir ſi elles ont la grandeur convenable, pour que l'engrenage de la roue de cadran avec le pignon de renvoi, & de la roue de renvoi avec la chauſſée ſoient également bons; c'eſt-à-dire, ſi lorſque l'engrenage des roues de chauſſée & de renvoi eſt au point convenable, celui de roue de cadran n'eſt pas trop fort, ce qui prouveroit que cette roue eſt trop grande; ou s'il n'eſt pas trop foible, ce qui marqueroit que les roues de renvoi *S*, *m* ſont trop grandes. Pour vérifier ces engrenages, on prendra la roue de longue tige, & on placera la chauſſée ſur ſa tige; on fera entrer le pont de la roue de cadran ſur la chauſſée, & la roue de cadran ſur ſon pont; on prendra tout cet aſſemblage, & on le placera ſur les deux broches d'un des côtés de l'outil d'engrenage; ainſi les pointes de la roue de longue tige, s'arrêteront ſur les pointes coniques faites à ces broches; on placera ſur les deux broches, de l'autre côté de l'outil, la roue de renvoi; on repouſſera l'une ou l'autre broche ſelon leur longueur, pour que la roue de renvoi *S* ſe trouve vis-à-vis la roue de chauſſée *m*; enſorte qu'en faiſant approcher les roues l'une de l'autre, elles s'engrenent *en plein*. Si les roues de renvoi & celles de cadran ſont de bonne grandeur, il faut que, lorſque l'engrenage de la roue de cadran avec ſon pignon eſt à ſon vrai point, l'engrenage de la roue de chauſſée avec celle de renvoi ſoit auſſi à ſon vrai point; ſi cela n'eſt pas, & que ce dernier ſoit trop foible, on diminuera la roue de cadran juſqu'à ce que les deux engrenages ſoient bons; & ſi au contraire l'engrenage des roues de renvoi étant à ſon point, celui de cadran eſt trop foible, on diminuera les roues de renvoi en en ôtant ſur le tour également de l'une & de l'autre, afin de les conſerver du même diametre, choſe eſſentielle pour que l'engrenage ſoit bon; ou s'il devoit y en avoir une un peu plus petite, il faudroit que ce fût la roue de renvoi qui eſt menée.

983. Lorſqu'on aura ainſi amené les engrenages des roues de cadran à leurs vrais points, ayant eu attention d'en friſer les pointes des dents pour s'aſſurer de leur rondeur, on adoucira leurs dents: on les préſentera de nouveau ſur l'outil; on

ſerrera la vis *V* (*Pl.IV.fig.* 2) pour fixer le point de ſes engrenages;on tournera l'écrou*E*,(518);& lorſque les engrenages ſeront à leurs vrais points,on ôtera les roues de deſſus l'outil,mais ayant attention à ne pas déranger la vis *V* & l'écrou *E*, parce qu'il faudra marquer ſur la platine,avec les pointes de l'outil,l'endroit de l'engrenage. Pour cet effet on ajuſtera ſur une des broches l'équerre *E* (*fig.* 3) : on placera la partie *q r* de cette broche ſur l'outil, l'équerre étant en dehors en *p r* (*fig.* 2.); on fera entrer la pointe conique *p* de cette broche ſur le côté extérieur du trou de la roue de longue tige, fait à la platine des piliers; on fera deſcendre l'équerre juſqu'à ce qu'elle poſe ſur la platine en même temps que la pointe de la broche porte ſur le trou ([a]) du pivot de roue de longue tige : cela fait, on abaiſſera l'autre pointe *p s* juſqu'à ce qu'elle poſe ſur la platine; alors on s'en ſervira pour tracer une portion de cercle *i k* (*Planche V*, *fig.* 3) à l'endroit où la roue de renvoi doit être placée. Cette portion de cercle marquera le point de diſtance que doit avoir la roue de renvoi du centre de la roue de chauſſée & de la roue de cadran : il ne ſera queſtion, pour fixer entiérement ſa poſition, qu'à déterminer l'endroit de la portion *i k*, où elle doit être placée, & cela doit être donné par le calibre tracé ſur le dehors (*fig.* 3.) de la platine des piliers ; mais ſi on ne l'a pas fait, voici ce qui fixe ſa poſition : comme ſa tige traverſe la cage, on aura attention de la placer de maniere qu'elle ne puiſſe toucher ni à la roue de champ *E* (*fig.* 1), ni à la roue de grande moyenne *C*; mais que cette tige paſſe entre ces deux roues quelque part en *H*: on percera donc bien exactement ſur la portion de cercle *i k* (*fig.* 3,) un trou de la groſſeur du pivot *b*. Il faut que la portion de cercle diviſe en deux ce trou; car s'il étoit plus en dedans ou plus en dehors, cela changeroit l'engrenage des roues donné par l'outil.

---

[a] Nous avons dit (908), en parlant de la maniere d'enarbrer & mettre en cage la roue de longue tige, qu'après avoir mis libre la roue dans ſes trous de pivots, qu'il falloit y faire des creuſures ou réſervoirs pour l'huile; mais il eſt à propos de ne faire ce réſervoir (des pivots de la roue de *longue tige*) qu'après qu'on a placé les roues de cadran & marqué les engrenages; car ſi on ne tient pas l'outil à chanfrein bien perpendiculaire au plan de la platine, on voit que cette creuſure ſe fera excentriquement au trou du pivot; ainſi lorſqu'on poſera la pointe conique de l'outil d'engrenage ſur ce réſervoir, elle ne ſera pas concentrique au trou du pivot, & par conſéquent on marquera l'engrenage *faux* & différent de ce qu'il eſt ſur l'outil.

984. Le trou de la roue de renvoi étant percé à la platine des piliers, on appliquera la ſeconde platine contre le dehors de celle des piliers ainſi aſſemblés par les tenons de la ſeconde; on percera à cette derniere un trou avec le même foret qui a ſervi à faire celui de la premiere; c'eſt dans ce trou que doit rouler le gros pivot de la roue de renvoi; on aura attention en perçant ce trou ſur celui qu'on aura fait à la platine des piliers, à tenir le foret perpendiculaire à la platine, afin que les deux trous ſoient *bien percés l'un ſur l'autre*; c'eſt-à-dire, qu'ils coïncident parfaitement; avant de ſéparer les platines, on paſſera par ces deux trous un équarriſſoir pour les unir & les faire mieux coïncider : enſuite on ſéparera les platines & on aggrandira le trou fait à la ſeconde, en faiſant entrer l'équarriſſoir par le dedans de la platine, & juſqu'à ce que le gros pivot de renvoi y entre librement; on ôtera les rebarbes, &c; on fera le trou de la platine des piliers aſſez grand pour que la tige de renvoi puiſſe y paſſer librement; alors on remettra la roue de longue tige dans la cage que l'on arrêtera par des goupilles; on placera la chauſſée ſur ſa tige; on attachera le pont de la roue de cadran ſur la platine avec ſes deux vis; on mettra la roue de renvoi à ſa place, & enfin la roue de cadran ſur ſon pont: ainſi, ſi l'on a bien opéré, & ſi l'outil d'engrenage eſt bon, ces engrenages doivent ſe retrouver de même qu'ils étoient ſur l'outil. Mais avant de pouvoir en juger parfaitement, il faut faire le coq ou pont *p* (*fig.* 3,) dans le bout duquel doit rouler le petit pivot de la roue de renvoi.

985. Pour faire ce pont, on prendra du laiton non écroui, qui ait environ $\frac{3}{4}$ de ligne d'épaiſſeur, ſix lignes de large & environ vingt lignes de longueur, afin qu'étant plié d'équerre en *p q*, & plié encore de nouveau en *q s*, pour former la traverſe *q s*, celle-ci ſoit aſſez longue pour que la roue *S* paſſe en deſſous : on peut voir la forme de ces ſortes de ponts ou coqs, (*Planche XXVII*, *fig*. 4.) repréſentée en *M*.

986. Pour plier le coq, on attache la partie ou baſe *p q* à

l'étau, & avec le marteau on le plie d'abord d'équerre en *q* : cela fait, on attache la partie *q s* à l'étau, en donnant au montant *q* la hauteur dont le pivot de renvoi eſt élevé au-deſſus de la platine, & on le plie d'équerre ; enſuite on écrouit toutes les parties du coq, ayant attention que le montant ne s'éleve qu'à la hauteur du pivot ; quand cela eſt fait, on dreſſe le coq à la lime par ſa baſe & par tous ſes côtés ; & on perce en *s*, un trou de la groſſeur du petit pivot de renvoi ; on perce enſuite le trou à la baſe pour la vis *t*, qui doit fixer le coq avec la platine ; ce trou étant percé, on ſerre avec des tenailles à vis le coq ſur la platine, de façon que la roue de renvoi tourne librement, que ſon plan ſoit paralelle à la platine, & que les engrenages ſoient à leurs points. Alors par le trou de la baſe du coq, on perce un trou à la platine pour y paſſer la vis ; on taraude ce trou, & on fait la vis : cela étant ainſi préparé, il faut aggrandir le trou du coq pour qu'il ſoit plus gros que la vis, afin de pouvoir un peu avancer ou reculer la roue de renvoi contre celle de cadran, & former par ce moyen les engrenages : on aggrandira auſſi pour les mêmes raiſons le trou de la platine des piliers à travers lequel paſſe la tige de renvoi, & pour empêcher que cette tige ne touche au trou, ce qui cauſeroit un frottement préjudiciable. Quand cela ſera fait, on replacera la roue de renvoi ; on attachera le coq ſur la platine ; on ſerrera la vis, & on conduira le coq juſqu'à ce que les engrenages ſoient à leurs points, & que la roue de renvoi ſoit droite en tout ſens, c'eſt-à-dire, que ſon plan ſoit parallele à la platine ; mais s'il arrivoit que les engrenages étant bons, la roue ne fût pas droite ; c'eſt-à-dire, que ſon axe ne fût pas parallele à celui de longue tige, ce ſeroit une preuve que l'on auroit mal percé les trous des platines pour la roue de renvoi ; & dans ce cas, il faudroit reboucher le trou fait à la ſeconde platine, & le percer plus près ou plus loin du centre de la roue de longue tige, ſelon qu'il en ſeroit beſoin, pour que la roue de renvoi étant droite, les engrenages fuſſent bons.

987. Quand on aura ainſi placé la roue, on percera les

trous, 1 & 2, à l'extrémité des angles de la baſe; ces trous traverſeront le pied du coq & la platine, afin d'attacher des tenons pour fixer le coq après la platine : pour percer ces trous, on prendra un foret qui ait $\frac{1}{2}$ ligne de groſſeur; enſuite on paſſera l'équarriſſoir à travers ces deux trous; on levera le coq, & on chaſſera ſur la baſe du coq deux tenons, dont les bouts ſaillant en deſſous, ſerviront à fixer la poſition du coq, & convenablement aux engrenages; ainſi il ne pourra tourner d'aucun ſens pour rendre la roue mal droite; pour cela il faut que les pieds entrent bien juſte dans les trous de la platine.

988. On obſervera en général en perçant les *pieds* ou tenons d'une piece quelconque, qu'il faut les placer le plus loin de la vis qu'il ſe peut, afin d'empêcher le mouvement que la piece prendroit ſans cela; c'eſt pour la même raiſon qu'il faut tenir les baſes fort longues, & au moins auſſi diſtantes de la vis que l'eſt le trou que cette piece porte : ainſi dans le coq en queſtion, il faut tenir le bout *q s*, ſeulement de la longueur propre à laiſſer paſſer la roue en deſſous, & on doit placer la vis le plus près qu'il ſe peut du coude *q*, afin que la baſe *p* ſoit plus longue, & que les pieds 1, 2 ſoient plus diſtants de *t* que ne l'eſt le trou *s* : on doit faire uſage de la même obſervation pour les pieds qu'on place aux reſſorts; il faut les éloigner de la vis autant qu'il eſt poſſible, alors ils éprouvent moins d'effort, & ſont par conſéquent plus ſolides, enſorte qu'ils ne fléchiſſent pas.

989. Les roues de cadran ainſi poſées, on limera le devant du trou *s* du coq, juſqu'à ce qu'on puiſſe ſortir la roue de cadran de ſa place ſans être obligé de lever le coq.

990. A propos des roues de cadran, nous avons oublié, lorſque nous avons parlé du calibre, d'obſerver que la roue de cadran doit être plus grande que celle de longue tige, par la raiſon que la tige de renvoi devant traverſer la cage, ſi ces deux roues étoient de même grandeur, la tige de renvoi toucheroit à la roue de longue tige. Pour prévenir cet inconvénient, on aura l'attention, lorſqu'on tracera le calibre, de donner envi-

ron une ligne de plus au diametre de la roue de cadran qu'à celui de la roue des minutes.

991. Pour achever ce qui concerne le rouage, on fera d'abord ſur l'outil l'engrenage du barrillet avec ſon pignon, avec les précautions indiquées : on ôtera la roue de barrillet & celle de grande moyenne de deſſus l'outil, & on tracera ſur le dedans de la ſeconde platine une portion de cercle à l'endroit approchant où cette roue doit être placée; on fera pour cet effet poſer la groſſe pointe de l'outil, qui porte l'équerre, ſur le trou de pivot de l'arbre de barrillet, & avec l'autre pointe on tracera le trait en queſtion; on placera la roue de grande moyenne ſur l'outil, ainſi que la roue de longue tige, afin de former l'engrenage de ſon pignon avec la grande roue moyenne. Quand cela ſera fait & l'outil fixé, on ôtera les roues de deſſus l'outil ; on fera poſer la pointe qui porte l'équerre ſur le trou de pivot de la roue de longue tige du côté du dedans de la ſeconde platine, & avec l'autre pointe on tracera une portion de cercle qui coupera la portion de cercle tracée pour l'engrenage du barrillet avec le pignon de grande roue moyenne; ainſi, la ſection de ces deux cercles marquera l'endroit convenable pour les deux engrenages; on percera donc bien juſte par cette ſection un trou un peu plus petit que le plus petit pivot de grande roue moyenne. On appliquera les deux platines l'une contre l'autre pour percer les trous l'un ſur l'autre, en ſe ſervant du même foret que l'on a employé pour le trou fait à la ſeconde platine; on paſſera un équarriſſoir pour unir & faire coïncider parfaitement ces deux trous: après avoir déſaſſemblé les platines, on aggrandira le trou de chacune juſqu'à ce que les pivots y entrent librement, chacun à chacun; ſavoir, celui du côté de la roue, dans le trou de la ſeconde platine, & l'autre pivot dans le trou fait à la platine des piliers.

992. Lorſqu'on aura mis la grande roue moyenne en cage & qu'elle tournera librement, on examinera d'abord l'engrenage de barrillet avec ſon pignon, & enſuite l'engrenage de la grande roue moyenne avec le pignon de longue tige : ſi l'on a bien opéré, & que l'outil ſoit bon, on retrouvera chacun de

ces engrenages tels qu'on les a faits ſur l'outil avant de les marquer ſur la platine.

993. Mais ſi l'outil n'eſt pas parfaitement juſte, on ſera obligé d'aggrandir les trous des pivots, de les reboucher, de recommencer de nouveau à former les engrenages ſur l'outil, & de les marquer ſur le dedans de la ſeconde platine comme la premiere fois; mais au lieu de percer exactement par la ſection des traits du compas, on jettera le trou un peu en dehors des deux portions de cercle, ſi l'outil rend l'engrenage trop fort; ou un peu en dedans; s'il le rend trop foible, avec cette précaution, on ſe ſervira de l'outil avec la même facilité que s'il étoit parfait: on percera donc les trous aux platines, & on mettra la roue en cage, & on verra ſi les engrenages ſont bons; ſi cela eſt, on ſaura la quantité dont on doit écarter le trou en dehors ou en dedans du trait tracé par l'outil: ainſi à chaque fois qu'on ſe ſervira de l'outil, on aura attention d'écarter le trou de la même quantité.

994. On évitera tout cet embarras ſi l'on veut ſe donner la peine de vérifier la juſteſſe de l'outil & de le corriger. Pour cela on examinera d'abord chaque broche *p q*, (*Pl.IV, fig.* 2,) que l'on mettra ſur le tour, afin de voir ſi les pointes coniques ſont concentriques à la broche; ſi cela n'eſt pas, il faudra faire de nouvelles pointes, ſelon la méthode indiquée pour les pignons (890 & 891); & pour centrer les pointes coniques, on fera un foret angulaire que l'on preſſera contre le point conique pour le mettre au milieu de la broche; les deux extrémités de la broche ainſi centrées, on verra ſi elles tournent rond dans toute leur longueur; ſi cela n'eſt pas, il faudra les dreſſer en les frappant avec un marteau (la broche ſoutenue ſur une maſſe de plomb), opération qu'il faudra faire avec précaution pour ne pas caſſer ces broches qui doivent être d'acier trempé: pour vérifier encore mieux ces broches, il faudra prendre un calibre à pignon, afin de voir ſi elles ſont de même groſſeur dans toute leur longueur, c'eſt-à-dire, ſi elles ſont parfaitement cylindriques: ſi cela n'eſt pas & qu'elles n'entrent pas fort juſte dans leurs trous, le mieux ſera de faire

faire de nouvelles broches que l'on tournera (après être trempées) de groſſeur convenable, bien cylindriques, & avec des pointes & points coniques bien faits. Lorſqu'on aura rétabli les broches, on les mettra ſur l'outil en les y fixant par le moyen des vis, 1, 2, 3, 4. On fixera de même l'ouverture de l'outil au moyen de la vis *V*, (la grandeur de cette ouverture eſt arbitraire pour la vérification actuelle). On prendra une des platines de l'Horloge. On mettra l'équerre ſur une des broches, & avec l'autre on tracera ſur la platine un trait bien léger. On fera deſcendre les broches ſelon leur longueur (& ſans déranger l'ouverture de l'outil), juſqu'à ce que les bouts *q* ſoient au raz du dedans de la poupée ; on tracera légérement un trait près du premier que l'on a tracé ſur la platine, & du même centre ; ſi ces deux traits ſe confondent parfaitement, c'eſt une preuve que les trous des poupées ſont percés bien parallelement : on ôtera l'équerre, & on la placera ſur l'une des broches de l'autre bout de l'outil, & on vérifiera de la même maniere le parallélisme des broches : ſi elles ſont paralleles entr'elles, il faut que les traits tracés par les pointes de ce bout de l'outil ſe confondent avec le premier trait tracé avec les autres, & quoique l'on faſſe monter & deſcendre ces broches dans leurs poupées ; ſi elles ne ſont pas paralleles, il faudra ſerrer les montants de l'outil à l'étau, afin de les ramener, en forçant & appuyant ſelon qu'il eſt beſoin. On vérifiera le parallélisme des broches par une autre méthode fort ſimple : on fera entrer les pointes des quatre broches ſur le dedans de l'outil, & on les fera approcher les unes des autres, de ſorte qu'elles ſoient prêtes à ſe toucher. On ſerera les vis, 1, 2, 3, 4, & alors ces pointes doivent ſe préſenter parfaitement les unes ſur les autres dans tous les ſens, & quoiqu'on faſſe monter l'une & deſcendre l'autre ; ſinon, c'eſt une preuve que les trous des poupées ne ſont pas paralleles ; on le corrigera donc en conſéquence, & avec de grands ſoins ; car rien n'eſt plus utile & commode que d'avoir un outil d'engrenage qui ſoit parfait.

995. Pour revenir à nos engrenages, après qu'on aura mis

la grande roue moyenne en cage, & de ſorte que les deux engrenages ſoient bons, on prendra le foret à chanfrein pour faire les creuſures ou réſervoirs de l'huile : on fera ces creuſures jusqu'à ce qu'elles atteignent juſte les bouts des pivots, afin de conſerver l'épaiſſeur convenable aux trous pour le roulement des pivots.

996. On fera ſur l'outil l'engrenage de la roue de longue tige avec le pignon de champ, & on marquera ſur le dedans de la platine des piliers, un trait avec une des pointes de l'outil, tandis que l'autre poſe ſur le trou de la roue de longue tige; on tracera une ligne qui prolongée paſſe par le milieu de ce trou & de celui de barrillet, ce qui déterminera la poſition de la roue de champ (718) : on percera donc un trou par l'interſection de cette ligne & du trait fait avec la pointe de l'outil d'engrenage; ce trou ſera fait avec un foret un peu plus petit que le plus petit pivot de la roue de champ; on aſſemblera les deux platines, au moyen des tenons de la ſeconde, & on percera les trous l'un ſur l'autre avec le même foret; on aggrandira le trou fait à la platine des piliers, juſqu'à ce que le pivot du côté du pignon de la roue de champ y entre librement; on en fera autant de l'autre pivot avec la ſeconde platine; & après avoir mis la roue libre & bien d'engrenage avec la roue de longue tige, on formera les réſervoirs pour l'huile des pivots de cette roue.

997. On obſervera que, pour éviter l'erreur qui pourroit réſulter des trous percés mal droits aux platines, qu'il faut toujours les percer par le dedans des platines ; en commençant par la platine contre laquelle le pignon approche le plus; ainſi on marquera avec l'outil les traits pour l'engrenage, tantôt ſur le dedans de l'une ou de l'autre platine, ſelon que l'engrenage ſe fait près de l'une ou l'autre de ces platines; & c'eſt pour cette raiſon que lorſqu'il a été queſtion de l'engrenage de la grande roue moyenne avec le pignon de longue tige, & du barrillet avec le pignon de grande roue moyenne, que j'ai dit qu'il falloit tracer les traits ſur le dedans de la ſeconde platine, ces engrenages ſe faiſant fort près de cette platine : on voit par cette précaution, que quand même les

trous ne ſeroient pas percés parfaitement droits l'un ſur l'autre, que celui du côté de l'engrenage changeroit fort peu, & que par conſéquent l'engrenage ſeroit bon ; à la vérité la roue dans ce cas ſeroit mal droite en cage, mais cela n'eſt pas de la même conſéquence.

998. On fera l'engrenage de la roue d'échappement, & on le marquera ſur le dedans de la ſeconde platine à cauſe que l'engrenage ſe fait de ce côté ; & comme cette roue doit être ſur la ligne prolongée qui paſſe par le centre du barrillet & par le milieu de la cage, on tirera une ligne en dedans de la ſeconde platine, & on percera par ſon interſection avec la portion de cercle de l'engrenage, un trou avec un foret un peu plus petit que les pivots de la roue d'échappement ; on percera ces trous l'un ſur l'autre, & on les aggrandira pour y faire entrer les pivots, celui du côté du pignon dans le trou de la ſeconde platine, & l'autre dans celui de la platine des piliers : on mettra la roue libre, & on fera les réſervoirs pour l'huile en leur donnant pour profondeur, ſelon la regle preſcrite, d'aller joindre le bout des pivots.

999. Les engrenages du mouvement étant finis, & les roues miſes en cage, on fera ceux du rouage de répétition. On commencera par celui de la premiere roue *L* avec le pignon de la ſeconde, lequel étant fait ſur l'outil, on le tracera ſur le dedans de la ſeconde platine ; & pour donner à cette roue la même poſition que celle qu'elle a dans le calibre, on prendra avec un compas la diſtance du centre de cette roue, juſqu'à celui de la roue de minutes, ce qui eſt marqué ſur le dehors de la platine des piliers (735) ; on portera cette diſtance ſur le dedans de la ſeconde platine, en mettant une pointe du compas dans le trou du pivot de la roue de minutes ; & traçant de l'autre une portion de cercle qui coupe celle que l'on a tracée pour l'engrenage ; par l'interſection de ces deux cercles, on percera un trou de la groſſeur du pivot de la ſeconde roue ; on aſſemblera les platines par leurs tenons, afin de percer les trous de la ſeconde roue l'un ſur l'autre ; on aggrandira ces trous pour y faire entrer librement les pivots ; celui du côté

du pignon dans le trou de la ſeconde platine, & le ſecond dans celle des piliers ; on fera les creuſures pour l'huile, ſi l'engrenage eſt bon ; ſinon, on le recommencera.

1000. On fera enſuite ſur l'outil l'engrenage de la ſeconde roue avec le pignon *g*, qui porte la roue de volant *N*; on tracera le trait avec l'outil ſur le dedans de la platine des piliers ; & pour achever de déterminer la poſition de cette roue comme elle eſt ſur le calibre en dehors de la platine des piliers, on prendra avec un compas la diſtance du trou de la roue de longue tige (ou de la grande roue moyenne pour avoir une portion de cercle qui traverſe à peu-près à angle droit le trait de l'engrenage) ; & on portera au-dedans de la platine cette diſtance, en poſant la pointe du compas ſur ce même trou qui a ſervi à la donner ; par l'interſection, on percera un trou de groſſeur convenable pour pouvoir l'aggrandir un peu afin d'y faire entrer le pivot ; on percera les trous l'un ſur l'autre, & on mettra la roue libre en cage : on fera les réſervoirs pour l'huile.

1001. On fera l'engrenage du pignon de volant avec la roue *N*, & on le mettra en cage ; on aggrandira le trou du pivot de volant fait à la platine des piliers, & de ſorte qu'il ait une ligne $\frac{1}{2}$ de groſſeur ; on fera entrer à frottement dans ce trou un bouchon de cuivre (*D fig. 3*) tourné bien rond, & ſur le bout duquel on percera en dedans de la platine un trou diſtant d'un quart de ligne du centre du bouchon ; ce trou ſervira à y faire rouler le pivot de volant ; ainſi en tournant ce bouchon on changera la vîteſſe du rouage (720) ; on appelle ce bouchon *D l'excentrique*.

III. *Tracer le Plan de la Cadrature de Répétition.*

1002. AVANT de travailler à l'exécution des pieces de cadrature, il faut premiérement en tracer le plan ou calibre ſur un carton, & enſuite ſur le dehors de la ſeconde platine. Nous allons donner quelques regles à ſuivre pour les dimenſions des pieces de la répétition, enſuite nous traiterons de la main d'œuvre de ce méchaniſme.

1003. Nous ſuppoſons que la deſcription que nous avons donnée d'une répétition (Ch. VI & VII), a pu ſuffiſamment inſtruire de ſon méchaniſme pour n'être pas obligé de le rappeller ; ainſi nous parlons ici aux amateurs qui ont lu & entendu la premiere partie de notre ouvrage.

1004. On tracera ſur un carton un trait de compas qui ſoit juſte de la grandeur des platines, (il repréſentera le dehors de la ſeconde platine) ; on poſera le dedans de la ſeconde platine ſur ce carton, enſorte que les centres coïncident, & on marquera avec une pointe (ſur le carton) le milieu juſte des trous ; 1°. de la premiere roue de ſonnerie ; 2°, du pivot de la roue de renvoi ; & 3°, du barrillet. On ôtera la platine de deſſus le carton ; on tirera un trait avec un crayon qui paſſe par le milieu de la platine & par le trou de barrillet, afin de pouvoir repréſenter le haut de la cage & l'endroit où le coq d'échappement (*A fig.* 2) doit être poſé ; & pour en ménager la place on tracera au crayon le coq comme il eſt dans la figure ; il doit être placé à l'extrémité de la platine, à cauſe que les roues *E*, *F* (*fig.* 1), étant ſur la même ligne, l'ancre *A* doit être en dehors de la roue *F*.

1005. La premiere piece de la cadrature qu'il faut tracer eſt la poulie *P* (*fig.* 2), que l'on tiendra la plus grande qu'il ſera poſſible par deux raiſons. La premiere, c'eſt que le tirage du cordon pour faire répéter, agiſſant ſur un plus grand rayon, en ſera plus doux. La ſeconde, c'eſt que les chevilles que cette poulie doit porter pour régler les quarts étant plus diſtantes entr'elles, le doigt *D* en ſera plus fort, & que les effets de ces chevilles, pour arrêter le rouage, ſeront plus aſſurés ; mais on obſervera que la grandeur de cette poulie eſt limitée par la tige qui porte le marteau *f*, *l*, qui doit paſſer à côté de la poulie, & que la poſition de cette tige dépend de la grandeur de la roue des chevilles *G* (*fig.* 1), & de la longueur des baſcules *m* ; ainſi il faut premiérement déterminer la diſtance du centre *i* de ces baſcules juſqu'aux chevilles ; on pourra prendre pour regle que la longueur de la baſcule *i m* doit être diſtante du cercle des chevilles, de l'intervalle d'une cheville de la roue *G* ; ainſi, pour régler la poſition de cette baſcule, il faut d'abord diviſer la roue des chevilles; ce que l'on exécutera de la maniere ſuivante.

1006. On fera ſur le tour un trait de burin bien fin qui ſoit dans le milieu juſte de la largeur du champ, ſur le côté extérieur de la roue; on diviſera, avec un bon compas, ce cercle ou trait, d'abord en quatre parties, & on ſubdiviſera chacune de ces parties en quatre; ainſi toute la circonférence de la roue ſera diviſée en ſeize parties (a): on percera douze trous avec un foret qui ait $\frac{1}{4}$ de ligne de groſſeur: & comme les quarts doivent frapper après les heures, en laiſſant un intervalle d'une cheville pour diſtinguer les quarts des heures (722), on ſautera une diviſion; enſuite on percera trois autres trous avec le même foret pour les chevilles des quarts: mais pour percer ces trois derniers trous, il faut prendre garde au côté dont la roue tourne pour faire frapper le marteau, afin que l'intervalle ſuive la derniere cheville des heures; cela eſt indiqué par le tirage du cordon & par le rochet *R*; c'eſt-à-dire que, pour élever le marteau, la roue des chevilles tourne de *m* en *G*; ainſi l'intervalle entre les heures & les quarts eſt ſitué devers *G*, & les chevilles 1, 2, 3 repréſentent celles qui font frapper les quarts.

1007. La roue des chevilles ainſi diviſée, on prendra avec le compas la diſtance du cercle des chevilles au centre de la roue; on tracera un trait de cette grandeur ſur le carton; on prendra de même avec le compas l'intervalle d'une cheville à l'autre, c'eſt-à-dire la ſeizieme partie de la circonférence, que l'on ajoutera au rayon du cercle des chevilles; c'eſt ce qui donnera la diſtance du centre des baſcules au centre de la roue de cheville: on tracera une portion de cercle ſur le bord du carton qui repréſente celui de la platine; on marquera l'endroit où doit être poſée la baſcule qui doit être placée aſſez près du bord pour que l'aſſiette *f* (*fig.* 2.) du marteau ne *déborde* pas

---

[a] Nous avons dit (721) qu'il falloit diviſer la roue des chevilles en dix-ſept parties; mais nous préférons de ne le faire qu'en 16, parce que cela eſt plus commode à diviſer au compas, & que d'ailleurs les chevilles ſont plus diſtantes entr'elles, ce qui facilite le jeu des baſcules.

la platine : on aura donc par-là le diametre de la poulie que l'on fera de grandeur à paſſer à côté de la tige de la baſcule qui porte le marteau *f l*, en laiſſant une ligne d'intervalle depuis le centre de la baſcule juſqu'à la poulie pour l'épaiſſeur du canon *f* de la branche du marteau.

1008. Pour trouver la grandeur convenable à donner au limaçon des heures *L* (*fig*. 2), il faut obſerver qu'il doit être formé par douze renfoncements ou degrés, qui pour être faciles à exécuter, doivent être dans une piece de la grandeur de celle en queſtion, de demi-ligne chacun, ce qui donnera déjà ſix lignes pour le rayon de ce limaçon; mais comme le degré le plus enfoncé ne peut pas aller juſqu'au centre à cauſe de l'épaiſſeur du canon ſur lequel il doit être fixé pour ſe mouvoir, il faudra ajouter pour cela deux lignes $\frac{1}{2}$; c'eſt-à-dire que ce limaçon devra avoir huit lignes $\frac{1}{2}$ de rayon, ou dix-ſept lignes de diametre. On tracera donc ce cercle ſur le carton, en le faiſant approcher à environ deux lignes de diſtance du centre du trou du gros pivot de renvoi, & diſtant du centre de la poulie, comme on le voit dans la deuxieme figure ; on pourroit bien l'en écarter davantage, mais cela obligeroit à tenir le bras *b* du rateau plus long, & par conſéquent plus ſujet à fléchir; & ſi on l'approchoit du centre de la poulie plus qu'il n'eſt dans la figure, on courroit le riſque que la barrette *r* du rateau vînt appuyer ſur le premier pas du limaçon lorſque le bout *b* va poſer ſur le douzieme pas pour faire répéter douze heures.

1009. La poſition & la grandeur du limaçon des heures étant déterminées, on pourra trouver le diametre du pignon *a* ſur lequel doit être rivée la poulie, & on pourra marquer la poſition du rateau. Pour trouver le diamettre du pignon, il faut obſerver que l'enfoncement des douze degrés du limaçon étant de ſix lignes, il faut que la groſſeur du pignon *a* ſoit telle que pendant que le bout *b* parcourt ſix lignes, la roue des chevilles avance de douze chevilles : or comme les douze chevilles occupent les trois quarts de la circonférence de la roue, ſix lignes devront auſſi occuper les $\frac{3}{4}$ de la circonférence du pignon ; ainſi la circonférence du pignon devra être de huit lignes, & par conſéquent d'environ deux lignes $\frac{8}{12}$ de diametre, en ſuppoſant que le bras *b* a le même rayon que le rateau ; mais comme il eſt plus petit, il faudra augmenter le diametre du pignon à proportion de cette différence, & d'autant plus que l'engrenage avec le rateau ne ſe fait pas à l'extrémité des dents, mais environ aux $\frac{2}{3}$ de leur longueur priſe du centre ; ainſi on pourra donner quatre lignes de diametre au pignon, ſans craindre que les pas du limaçon different ſenſiblement de la profondeur propoſée : d'ailleurs quand même cela différeroit un peu, cela ne pourroit cauſer aucun obſtacle ; car ſi pour l'eſpace que les douze chevilles pour les heures font parcourir au bras *b* du rateau, celui-ci parcouroit un peu plus ou un peu moins de ſix lignes on en ſeroit quitte, en taillant le limaçon, pour l'enfoncer un peu plus ou un peu moins, ce qui n'en changeroit pas la juſteſſe ; mais il étoit à propos d'établir une regle pour fixer à peu près les limites de ſon enfoncement, afin de n'être pas obligé de recommencer & d'aller en tâtonnant.

1010. Le diametre du pignon étant donné, on le tracera ſur le carton ; enſuite on déterminera la poſition du rateau de la maniere ſuivante. Il faut que le bras *b* du rateau ſoit dirigé au centre du limaçon, & que les dents du rateau paſſent à côté de la tige du marteau *f l*, en y réſervant la place pour le jeu de la cheville *o* qui vient poſer ſur le *tout-ou-rien*. On changera donc l'ouverture du compas juſqu'à ce qu'il rempliſſe ces conditions, & en anticipant ſur le trait du pignon de la quantité requiſe pour l'engrenage ; mais il faut remarquer que le rayon du bras *b* doit être le dedans du champ *n r*, réſervé aſſez large pour être ſolide ; car ſi on donnoit au bras le même rayon qu'aux dents, comme ce bout *b* doit être étroit pour pouvoir aller poſer ſur les degrés du limaçon qui ſont près du centre, & qui ne forment que de petites portions de cercle, il faudroit l'entailler en dedans, enſorte que le talon que cela formeroit viendroit poſer ſur le pas 1 du limaçon lorſqu'il avance devers *e* pour donner les douze heures ; cette diſpoſition

empêcheroit

empêcheroit au bras *G* de pénétrer juſqu'au fond du limaçon. On tracera donc le rateau à peu-près comme il eſt dans la figure 2.

1011. La groſſeur du pignon *a* détermine la place qui reſte juſqu'au bord de la poulie pour y placer les quatre chevilles qui arrêtent le rouage après qu'il a fait frapper l'heure & le quart qu'il eſt : or cet eſpace regle la grandeur du limaçon des quarts, & les dimenſions de la piece des quarts *Q* & du doigt *D*. Je ſuppoſe donc que cet eſpace de la poulie eſt de ſix lignes ; on n'en comptera que cinq à cauſe de la place de la cheville du bord de la poulie qui doit prendre le doigt en dehors pour ne pas arcbouter ſur la pointe ; on donnera une ligne à chaque degré du limaçon des quarts, ce qui eſt ſuffiſant : il y en a trois ; ainſi le rayon du limaçon doit être d'abord de trois lignes ; & comme il faut autour du canon ſur lequel il eſt rivé, une certaine largeur, on lui donnera en tout cinq lignes de rayon ou dix lignes de diametre ; on tracera donc un cercle qui ait dix lignes de diametre ſur le carton, ce qui repréſentera le limaçon des quarts.

1012. Maintenant, pour avoir la poſition & les dimenſions de la piece des quarts & du doigt, on obſervera que le bout *Q* doit ſe diriger au centre du limaçon des quarts, & que le centre de mouvement *i* doit être placé aſſez en dehors du cercle du limaçon des quarts, pour que celui-ci ne puiſſe, en tournant, toucher à l'aſſiette *i* ; & par rapport aux dimenſions, il faut que la longueur du doigt *i q* ſoit à celle du bras *i k*, comme cinq eſt à trois ; c'eſt-à-dire que pendant que le bout *k* parcourra les trois enfoncements du limaçon des quarts, le bout *q* du doigt parcourra l'eſpace qu'il y a du dehors du pignon juſqu'à la derniere cheville de la poulie.

1013. Pour tracer le *tout-ou-rien T V o*, il n'y a aucune difficulté ; car la partie *V* eſt donnée, puiſque c'eſt en *V* qu'eſt le centre du limaçon des heures ; le bout *o* eſt pareillement donné par la poſition de la cheville *o* de la baſcule. Il n'y a que le centre de mouvement *T* du *tout ou rien* qu'il faut rapprocher le plus qu'on pourra du limaçon des quarts, afin que ſa direction ſoit très-près d'être perpendiculaire au mouvement du rateau, ce qui rend le mouvement du *tout-ou-rien* le plus facile.

1014. On fera l'étoile de même grandeur que le limaçon des heures; ainſi elle eſt toute tracée, puiſqu'elle a le même centre de mouvement que le limaçon.

1015. On marquera le ſautoir en lui donnant la poſition qu'il a dans la figure 2.

1016. On marquera de même la poſition du marteau *t m*, comme il eſt dans la figure 2.

1017. Les reſſorts ſeront placés comme dans la figure. Nous indiquerons ci-après, en parlant de la main-d'œuvre, les précautions qu'il faut y apporter.

1018. La diſpoſition des pieces de la répétition ainſi donnée ſur le carton, on les tracera ſur le dehors de la ſeconde platine, & avec les mêmes précautions. On auroit pu ſe diſpenſer de les tracer ſur un carton, & le faire tout de ſuite ſur la platine; mais il y a des perſonnes à qui cela eſt plus commode, parce qu'en traçant ainſi ſur le carton, elles peuvent mieux repréſenter les pieces & leurs effets.

IV. *De la main-d'œuvre de la Cadrature & autres parties d'une Répétition.*

1019. IL faut d'abord commencer par ébaucher toutes les pieces de la cadrature. Pour faire le rateau, on prendra du laiton qui ait une ligne $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur : on l'écrouira bien dur; & avec une petite ſcie, on le découpera pour lui donner à peu-près la figure qu'il a dans le calibre, en le laiſſant cependant plus large dans toutes ſes parties; on percera le centre *u* avec un foret qui ait environ deux lignes de groſſeur. On limera bien plan ce rateau des deux côtés, & on l'adoucira enſuite par ſon centre; on tracera un trait de compas bien fin pour terminer la portion qui doit former la circonférence des dents, & ſelon le rayon du calibre; on limera bien exactement cette portion ſelon le trait de compas, afin que les dents étant faites, elles ayent le même rayon : on pourroit pour plus de perfection mettre ce rateau ſur un arbre à vis, & tourner cette portion de cercle ; mais il faut ſavoir bien tourner & tenir le burin très-fixe.

1020. Pour faire le limaçon des heures, on prendra un morceau de laiton qui ait une ligne $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur, & de la grandeur du trait marqué ſur le calibre: on écrouira ce morceau de laiton pour le réduire à $\frac{3}{4}$ de ligne d'épaiſſeur; on le tournera ſur un arbre à vis dont la portée ait deux lignes ; & comme ſi on devoit en faire une roue, on le réduira à la grandeur marquée ſur le calibre ; on le tournera de même ſur ſes côtés ; on le limera bien plan ſelon les traits de burin qui terminent le bord des côtés.

1021. Pour former les degrés des limaçons, il eſt néceſſaire de tenir le limaçon entiérement rond & de la grandeur du plus grand degré : nous verrons ci-après comment on doit tracer & former ces degrés.

1022. On prendra, pour faire l'étoile, une plaque de laiton qui ait une ligne d'épaiſſeur, que l'on réduira au marteau à $\frac{1}{2}$ ligne; on la tournera ſur le ſecond arbre à vis bien ronde, de la grandeur du trait du calibre, & droite par ſes côtés : on la limera bien plane, & ménageant les traits de burin du bord pour la conſerver d'égale épaiſſeur.

1023. Si on a une machine à fendre, il ſera facile de fendre l'étoile, c'eſt-à-dire, d'en former les rayons, ce que l'on fera avec une fraiſe angulaire faite exprès pour cela, ou bien avec une fraiſe mince, qui au lieu de paſſer par le centre du taſſeau eſt miſe de côté, de façon à donner l'inclinaiſon que l'on voit dans la figure; on fait de cette maniere douze fentes : enſuite on démonte la plaque de deſſus le taſſeau ; on la met de l'autre côté, & on l'arrête avec l'écrou du taſſeau, enſorte que la fente déjà faite ſoit tout près de la fraiſe avec un petit intervalle qui doit former l'extrémité du rayon, dont une ſeconde fente avec la fraiſe formera le deuxieme côté : on fera ainſi douze fentes, & on coupera le vuide des dents.

1024. Mais ſi l'on n'a pas de machine à fendre, on diviſera le bord de la plaque avec un compas, traçant pour cela un petit cercle tout près du bord : on diviſera donc ce cercle en douze parties bien égales ; & par ces points de diviſions on tirera douze diametres ou vingt-quatre rayons, ce qui marquera les douze pointes des dents. Pour tracer les côtés des dents, on tirera des lignes, qui au lieu de paſſer diametralement par le centre, paſſeront à côté de toute la quantité d'une dent : ainſi pour tirer le trait pour former le côté 4 de la dent *E*, on fera paſſer la regle ſur la pointe *x*, & ſur celle *E*, & on tirera une ligne de *E* en *x*, ce qui fera les côtés de deux dents ; ainſi faiſant la même opération ſur les douze dents, on aura une étoile qui ſera exactement de la figure de celle *E* qui a été deſſinée d'après cette regle. On limera l'intevalle des rayons que l'on a tracés en allant bien juſte juſqu'aux traits. Cette figure de l'étoile eſt la plus convenable à l'effet qu'elle doit produire ; car il faut que les dents ſoient aſſez enfoncées pour permettre le jeu de la vis *c* qui doit la faire avancer à chaque tour du limaçon des quarts de la moitié de l'intervalle d'une dent (le valet *Y* acheve le reſte) ; or pour cela il faut que cette vis pénetre un peu en avant les dents de l'étoile, lors ſur-tout que la vis *c* eſt placée près du centre *s* du limaçon des quarts ; & il faut d'un autre côté que les dents de l'étoile ne ſoient pas trop enfoncées, par la raiſon qu'immédiatement après qu'un rayon de l'étoile eſt parvenu à l'angle du ſautoir, il faut que la dent prochaine poſe ſur le derriere de la vis *c*, afin que le mouvement du valet faſſe avancer la ſurpriſe : or ſi les rayons de l'étoile étoient beaucoup dégagés, il faudroit que cette vis *c* fût très-groſſe, ou bien qu'on plaçât, au lieu de la vis, deux chevilles aſſez diſtantes entr'elles, ce qui n'eſt pas toujours poſſible ; mais on évitera les obſtacles en donnant aux rayons de l'étoile les dimenſions que nous venons d'indiquer.

1025. On prendra pour le *tout ou rien*, du laiton qui ait un peu plus d'une ligne d'épaiſſeur ; on l'écrouira bien dur, & on lui donnera à peu-près la figure marquée ſur le calibre en le laiſſant plus large, réſervant à le terminer qu'il ſoit poſé & qu'on lui ait fait produire ſes effets.

1026. La piece des quarts *iQ*, doit être de cuivre ou de laiton. On prendra, pour la faire, du laiton qui ait une ligne d'épaiſſeur, on l'écrouira, & on lui donnera la figure indiquée par le calibre, en réſervant autour du centre *i* aſſez de largeur pour y river le canon qui doit la porter: on percera le centre *i*, avec un foret qui ait environ deux lignes de groſſeur; on tracera de ce centre le bras *k* de la longueur donnée pour ſe diriger au centre du limaçon des quarts.

1027. Le doigt *i q*, doit être fait avec de l'acier qui ait demi-ligne d'épaiſſeur; on percera ſon centre *i*, avec un foret qui ait deux lignes de groſſeur, afin de ſervir à y fixer l'aſſiette qui doit rouler ſur le canon de la piece des quarts; on limera le doigt ſelon la figure marquée ſur le calibre.

1028. On prendra, pour le limaçon des quarts, du laiton qui ait $\frac{3}{4}$ de ligne d'épaiſſeur, que l'on réduira à demi-ligne au marteau; on lui donnera la grandeur marquée ſur le calibre, en le tenant rond comme ſi on devoit faire une roue: on prendra du même laiton, pour la ſurpriſe *c,s*; on la tiendra ronde, & de même grandeur que le limaçon des quarts, c'eſt-à-dire, dix lignes (1011) de diametre; on tournera, ſur le petit arbre à vis, le limaçon & la ſurpriſe, l'un & l'autre parfaitement ronds & de même grandeur; on les tournera de même ſur le côté, pour les rendre d'égale épaiſſeur; enſuite, on les limera bien plans, ſelon les traits de burin qui terminent les côtés.

1029. La poulie *P* eſt formée de trois pieces, de deux plaques pareilles à *P*, qui forment les deux côtés de la rainure pour le cordon, qui doit entourer la poulie; & d'une troiſieme plaque de l'épaiſſeur du cordon, & qui étant plus petite que les deux premieres, forme le fond de la rainure. Ces trois plaques ſont fixées enſemble par des chevilles rivées. On pourroit faire la poulie d'un ſeul morceau de laiton, qui eût aſſez d'épaiſſeur, pour y former la rainure du cordon; mais on a plutôt fait de la faire de trois morceaux: au reſte, cela eſt aſſez arbitraire.

1030. Pour faire les deux grandes plaques de la poulie; on prendra du laiton qui ait plus de demi-ligne d'épaiſſeur, on l'écrouira, & on donnera la même grandeur à chaque plaque, telle qu'elle eſt marquée par le calibre ; on tournera ces plaques ſur le petit arbre à vis, rondes, & égales d'épaiſſeur.

1031. Pour faire l'*entre-deux* de la poulie, on prendra du laiton qui ait une ligne d'épaiſſeur, & pour diametre, trois lignes de moins que les plaques, ce qui formera une rainure d'une ligne & demie de profondeur qui ſervira à loger le cordon qui doit entourer la poulie ; on écrouira l'entre-deux, & on le tournera droit & rond ſur le petit arbre à vis ; on limera bien plans les plaques de poulie & l'entre-deux, ayant grande attention à ne pas le rendre inégal d'épaiſſeur.

1032. L'entre-deux ainſi fait, on fera une entaille d'une ligne de profondeur à ſa circonférence, avec une lime à queue de rat ; cette entaille ſervira à loger le nœud que l'on fait au bout du cordon pour l'arrêter avec la poulie, au moyen d'une cheville qui traverſe les deux plaques, & qui paſſant pardeſſus le cordon, retient le nœud au fond de l'entaille. Le nœud ainſi noyé dans l'entaille, rend le tirage du cordon plus égal que ſi on l'attachoit ſimplement ſur le fond de la rainure ; car alors cela feroit une élevation en un endroit : c'eſt pour cette raiſon qu'il eſt préférable de faire la poulie de trois parties, afin de réſerver à l'entre-deux la place du nœud.

1033. Pour aſſembler la poulie, on mettra les plaques & l'entre-deux ſur un arbre liſſe, qui centrera ces trois pieces ; en cet état, on prendra une tenaille à vis, pour les tenir ſerrées & fixes : alors on prendra un foret qui ait $\frac{1}{2}$ ligne de groſſeur, & on percera deux trous oppoſés près de l'extremité de l'entre-deux de la poulie ; on mettra ces trous en chanfrein ſur chaque côté des plaques, & on chaſſera des chevilles de fil de laiton, que l'on rivera bien ſolidement ; on ôtera les tenailles, afin de percer deux autres trous à égale diſtance des deux premiers ; ils ſeront de même groſſeur, & également éloignés du centre : on prendra garde que ces trous n'aillent pas tomber ſur l'entaille de l'entre-deux, mais un peu à côté : on mettra ces trous en chanfrein pour la place de la rivure : on chaſſera des chevilles que l'on rivera.

1034. Les pieces de cadrature ainſi ébauchées, il faudra, avant de les achever, faire les tiges de marteau & les baſcules, l'encliquetage de la premiere roue de répétition, placer les chevilles ſur la roue; & avant tout cela, le barrillet (*B*, *fig. 3*); ce qui étant fait, on achevera de ſuite la cadrature, & on lui fera produire ſes effets.

1035. Le barrillet *B* de répétition eſt formé par une virole qui doit avoir deux lignes de hauteur, & d'un couvercle qui entre à drageoir ſur cette virole. Le barrillet eſt fixé ſur le dehors de la platine des piliers, au moyen de deux vis qui appuyent ſur deux *oreilles l*, *n*, ſoudées à la virole du barrillet: ainſi la platine & le couvercle forment le barrillet, dans lequel ſe loge le reſſort de répétition; le bout extérieur du reſſort eſt arrêté à un crochet porté par le dedans de la virole, & le bout intérieur s'accroche à un petit arbre qui entre quarrément ſur le pivot prolongé de la premiere roue de répétition, qui paſſe à travers la platine des piliers. Le diametre intérieur du barrillet peut être d'environ ſept lignes.

1036. Il y a deux moyens pour faire le barrillet de ſonnerie; le premier, c'eſt de faire ſimplement une virole de la hauteur convenable, de faire à travers cette virole une entaille pour loger un morceau ou traverſe de laiton aſſez longue, pour que, coupant la virole en deux, elle ait deux bouts ſaillants pour former les oreilles ou tenons, & on ſoude cette traverſe en même-temps que la virole; enſuite on coupe la traverſe au raz du dedans du barrillet, enſorte qu'il n'en reſte que les bouts pour les deux oreilles: le barrillet ainſi préparé, on l'écrouit.

1037. Le ſecond moyen eſt de former ſur la virole même, deux tenons avant de la plier, ils ſervent à former les oreilles: pour cet effet, on prend du laiton qui ait le double de largeur de la virole; on le diviſe en quatre parties ſur ſa longueur; on réſerve à la premiere diviſion de chaque bout la largeur des oreilles, & l'on entaille le reſte, en ne laiſſant que la largeur de la virole. Les deux oreilles ainſi ménagées, on les plie d'équerre, à l'étau; enſuite on plie la virole, &

on la ſoude, comme nous l'avons expliqué (801 *& ſuiv.*) Pour donner la longueur convenable au laiton que l'on employe pour faire la virole, il faut lui donner trois fois le diametre que le barrillet doit avoir.

1038. Le barrillet ainſi préparé, on l'écrouira & on le rendra bien rond : enſuite on fera un mandrin (806) de la groſſeur convenable, pour que la virole s'emboîte bien juſte deſſus, & que le bord où doit être formé le drageoir pour le couvercle, ſaille aſſez hors du mandrin pour qu'on puiſſe former ce drageoir, & ſelon la hauteur requiſe pour le barrillet. On tournera le deſſous du barrillet, qui doit poſer ſur la platine ; on mettra le deſſus de largeur, & on formera le drageoir pour le couvercle ; enſuite on tournera & on adoucira le dehors de la virole, & on l'ôtera de deſſus le mandrin ; on limera le dedans de la virole avec une lime à feuille de ſauge, pour la rendre unie : on fera le couvercle ; on prendra du laiton qui ait demi-ligne d'épaiſſeur ; on l'écrouira & on le percera d'un trou qui ſoit de la groſſeur du bout du pivot de la premiere roue de répétition, ſur lequel l'arbre doit être mis. On tournera le couvercle ſur un arbre liſſe, rond & de côté, & on le fera entrer à force dans le drageoir de la virole ; on fera une entaille *o* à ce couvercle, pour pouvoir l'enlever de deſſus ſon drageoir. On percera à chaque oreille, un trou de groſſeur convenable pour les vis qui doivent attacher le barrillet ſur la platine.

1039. Pour poſer le barrillet, on mettra la grande roue de répétition en cage, & on fera entrer le trou du couvercle ſur le pivot prolongé du côté de la platine des piliers ; ce qui *centrera* le barrillet avec l'axe de la premiere roue ; alors on percera par les trous faits aux oreilles, les trous pour les vis ; on taraudera ces trous de la platine, & on fera les vis ; on aggrandira les trous des oreilles pour faire paſſer librement les vis à travers ; & par le moyen de ces vis, on fixera le barrillet ſur la platine ; on limera à fleur de la platine le bout des vis.

1040. Le barrillet ainſi poſé, on l'ôtera de ſa place, & on marquera ſur le pivot prolongé, qui doit porter l'arbre, un

trait

trait au raz de la platine, lequel indiquera l'origine du quarré qui doit porter l'arbre : on fera par cette marque, un trait de burin ſur le tour, & on limera le quarré ſelon les précautions indiquées (832); pour cet effet, on mettra de même une virole, pour empêcher qu'en échappant, on ne lime le pivot; cette virole aura l'épaiſſeur de la platine, & recouvrira foiblement le trait de burin.

1041. Le quarré étant fait, on fera la tête qui doit porter le crochet, pour accrocher le bout intérieur du reſſort : on prendra pour cela du fil de laiton durci, qui ait trois lignes $\frac{1}{2}$ de groſſeur; on en coupera un bout, qui ait pour longueur la hauteur intérieure de la virole priſe du dedans du couvercle; on percera un trou ſelon la longueur du fil de laiton; on ne percera pas tout-à-fait ce trou au centre, afin de réſerver une éminence pour former le crochet : le foret que l'on employera pour percer le trou, aura pour groſſeur l'épaiſſeur du quarré de l'arbre, afin que l'étampe qu'on fera, puiſſe rendre le trou quarré, en l'amenant à la groſſeur propre pour entrer juſte ſur le quarré de l'arbre de la premiere roue. On fera donc une étampe de la groſſeur & de la figure du quarré de l'arbre; & on étampera ce trou, ſelon les méthodes indiquées (834 & 835).

1042. La tête pour le reſſort étant étampée, on le fera entrer à force ſur le bout d'un arbre liſſe, & on tournera les deux bouts de la tête, ſelon la hauteur du dedans du barrillet; on tournera les deux bouts de la tête, en laiſſant au milieu de ſa longueur, une épaiſſeur pour le crochet, lequel devra avoir environ demi-ligne de largeur. On réduira la tête de l'arbre à deux lignes de diametre, & on limera tout autour, & à raz de la tête, l'éminence réſervée au milieu pour le crochet, ménageant ſeulement ce crochet que l'on creuſera d'un côté, pour arrêter le bout de l'œil du reſſort, & ſelon le côté indiqué par le rochet d'encliquetage de la premiere roue. On percera ſur le milieu de la hauteur du barrillet, un trou de la groſſeur de $\frac{1}{3}$ de ligne, & on y chaſſera à force une cheville d'acier, qu'on laiſſera ſaillante en dedans, pour former le crochet du bout extérieur du reſſort; on entaillera ce petit bout ſaillant, du côté où le reſſort doit s'y accrocher ; ce qui eſt indiqué par le crochet fait à la tête de l'arbre ; on fera faire un reſſort qui ſoit de la hauteur convenable pour le barrillet, & on aura le moteur de la répétition ; ou, pour s'exempter de la peine de faire ce reſſort, on en choiſira de tout faits, de ceux que l'on employe pour les grands reſſorts de montre, pourvu que ce reſſort ſoit aſſez long, pour que l'arbre y étant accroché, il puiſſe faire trois ou quatre tours ; c'eſt-à-dire, que le reſſort puiſſe avoir trois ou quatre tours de bande ; cela eſt ſuffiſant, puiſque la premiere roue ne peut faire tout au plus qu'un tour.

1043. Lorſqu'on aura ainſi terminé tout ce qui regarde le moteur de la répétition, il faudra faire l'encliquetage de la premiere roue. Pour cet effet, on fera le petit cliquet (*O, fig.* 1.) On le percera d'un trou, pour y faire entrer une petite vis à portée ſemblable à celle du cliquet du mouvement, mais qui ſera proportionnée à la groſſeur du cliquet ; c'eſt-à-dire, à l'eſpace qui reſte depuis le fond des dents de la roue *L*, (que le cliquet ne doit pas déborder) juſqu'aux dents du rochet *R*. Il faut que le cliquet ſe meuve bien librement ſur ſa vis, & que ſon bout ſoit de longueur convenable pour arcbouter le plus avantageuſement (331) contre les dents du rochet : ce cliquet doit être de l'épaiſſeur du rochet. On fera le reſſort *r* de même épaiſſeur que le cliquet, & d'acier que l'on écrouira ; enſuite on le limera & on l'adoucira, puis on le pliera de la manière indiquée par la figure : on tiendra le bout *r* aſſez long, pour y percer un trou, qui ſerve à y fixer un pied qui arrête le reſſort fixement, afin que l'autre bout appuye conſtamment ſur le cliquet.

1044. Avant de placer les chevilles ſur la roue *G*, il faut polir cette roue en dedans & en dehors, employant d'abord pour cela, une *pierre à l'eau douce*, & enſuite, le bois de fuſin limé plat ; on finira le poli avec de la pierre pourrie, broyée avec de l'huile.

1045. Pour faire les chevilles, on ſe ſervira d'aiguilles à coudre, que l'on fera revenir bleues ; on les limera preſque cylindriques, & enſorte que le bout entre à force dans les trous percés à la roue; on commencera par la premiere des douze chevilles, leſquelles doivent être ſaillantes en dehors de la roue. Lorſque le bout de l'aiguille entrera ainſi dans un trou, (par le dehors) on l'adoucira, ayant attention qu'elle ne ſoit pas faite trop en pointe; enſuite on la polira avec le bruniſſoir, en tirant ſelon la longueur de l'aiguille: on coupera une longueur d'environ deux lignes, cela ſera une cheville; (nous dirons après, comment il faudra les fixer, & les mettre de longueur); on limera le bout de l'aiguille, juſqu'à ce qu'il entre dans le trou ſuivant de la roue; on l'adoucira & brunira comme la premiere; on la coupera de même, & ainſi de ſuite, juſques à la douzieme cheville des heures.

1046. Les chevilles 1, 2, 3, des quarts, doivent être ſaillantes des deux côtés de la roue, afin d'agir en même-temps ſur le marteau des heures & des quarts, pour former le double coup qui diſtingue le quart des heures; on limera donc les chevilles en conſéquence, en les faiſant entrer aſſez avant, pour avoir un bout ſaillant en dedans de la roue; on les coupera en dehors, en laiſſant deux lignes de longueur, afin d'avoir de quoi les chaſſer, pour les faire tenir à force ſur la roue.

1047. Les quinze chevilles ainſi placées, on les chaſſera à force, en faiſant appuyer le dedans de la roue ſur un talon de laiton, attaché à l'étau, & percé d'un trou un peu plus gros que les chevilles: à meſure qu'on chaſſera une cheville, on préſentera le bout ſaillant du dedans, ſur le trou du talon, on frappera & on fera entrer à force la cheville par le dehors; on fera la même opération aux quinze chevilles; on coupera avec *une tenaille à couper*, les douze bouts ſaillants des chevilles des heures du dedans de la roue; on limera ces douze chevilles à raz, du dedans de la roue; enſuite on redreſſera ces chevilles, enſorte qu'elles ſoient perpendiculaires au plan de la roue.

1048. Pour réduire les chevilles à une même longueur, on prendra un morceau de fil de laiton, qui ait environ deux lignes de groſſeur; on le coupera d'une ligne $\frac{1}{2}$ de longueur; on le percera d'un trou aſſez grand, pour entrer librement ſur les chevilles: on limera plat & de même épaiſſeur, cette petite virole ; & pour le mieux, on la tournera ſur un petit arbre liſſe, en rendant les deux bouts bien plats, & formant l'épaiſſeur d'une ligne ; on mettra un morceau de papier pour recouvrir la roue : les chevilles traverſeront ce papier ; on placera la virole ſur une cheville, que l'on coupera avec les tenailles au raz de la virole ; on en fera autant aux autres chevilles des heures, & de même aux trois des quarts, tant en dedans qu'en dehors de la roue. Les chevilles ainſi coupées, on prendra une lime carrelette douce, & on les limera toutes les unes après les autres, au raz de la virole. Pour ôter la rebarbe, ou les petits angles des chevilles, on ſe ſervira du foret à rebarbe, dont nous avons parlé (*959.*)

1049. Avant de travailler à l'exécution des baſcules & des tiges de marteaux, il eſt à propos d'en expliquer la diſpoſition, & de faire bien entendre les effets de cette partie de la répétition.

1050. La tige du marteau des quarts *f*, *l*, (*fig.*2), porte deux *baſcules* qui ſe meuvent librement ſur cet axe ; l'une *m*, *x* (*fig.*1), paſſe deſſus la roue des chevilles, pour s'engrener avec les chevilles des heures, & avec les trois ſuivantes pour les quarts. Cette baſcule ſert à faire frapper le marteau des heures *t*, *m*, (*fig.* 2.) ce qui ſe fait au moyen de la baſcule de renvoi, *o*, (*figure* 1) : l'autre baſcule qui eſt portée par la tige du marteau des quarts, paſſe par-deſſous la roue des chevilles, pour s'engrener dans les trois chevilles de deſſous, afin de produire, par ce moyen, le double coup pour les quarts. La tige du marteau des quarts eſt repréſentée en perſpective, (*fig* 8.) avec les deux baſcules : *m*, *x*, eſt celle des heures : le bout *m* eſt celui qui s'engage dans les chevilles : 4, eſt la partie qui appuie ſur la baſcule de renvoi *o* (*fig.* 1.), afin de communiquer ſon mouvement à la tige du marteau *n*, vue en perſpective (*fig.* 9). La baſcule de renvoi eſt auſſi repréſentée en perſpective (*fig.* 10) : le bras 5 reçoit le mouvement du bras 4 de la baſcule des heures *m*, *x* : & le bras oppoſé 6 le communique au bras 7 fixé ſur la tige du marteau des heures (*fig.* 1 & 9) : ainſi le marteau s'éleve &

frappe du même côté que celui des quarts, au moyen de cette baſcule de renvoi (*fig.* 10).

1051. La baſcule des quarts *a* (*fig.* 8), qui ſe meut ſur la tige de ce marteau, & deſſous celle des heures, eſt vue (*fig.* 11); le bras *a* paſſe, comme j'ai dit, deſſous la roue des chevilles, pour s'engrener dans les trois chevilles portées par ce côté, pour former le double coup des quarts. La tige des quarts vue ſans les baſcules (*fig.* 12), porte le bras *e* contre lequel la cheville *g* de la baſcule (*fig.* 11), vient agir, pour élever le marteau *f*, *l* (*fig.* 2), mis quarrément ſur l'axe prolongé *d*, de la tige *q*, (*fig.* 12).

1052. La baſcule des heures, vue en perſpective (*fig.* 13); porte deux chevilles, dont l'une *f* ſert à agir ſur le derriere *g* de celle des quarts (*fig.* 11), lorſqu'on tire le cordon de la répétition, & qu'alors les chevilles font rétrograder la baſcule des heures, qui entraîne de même celle des quarts. La ſeconde cheville *e x* de la baſcule des heures, paſſe à travers l'ouverture *o* (*fig.* 2), pour venir s'arrêter ſur le bout du *tout ou rien*; lorſqu'en tirant le cordon, les chevilles font rétrograder les baſcules: or, cette cheville *e* étant retenue par le bout du *tout ou rien*, les baſcules ne peuvent plus s'engrener dans les chevilles de la roue: ainſi, elle ne répétera pas, à moins que l'on ne tire aſſez le cordon, pour que le bras *b* du rateau appuie ſur le pas du limaçon des heures, & ne faſſe faire un mouvement au bout du *tout ou rien*, qui dégage les baſcules, & leur permet d'engrener dans les chevilles, pour faire frapper les marteaux.

1053. Pour renvoyer les baſcules, & les remettre en priſe avec les chevilles, il y a un petit reſſort *h i* (*fig* 13), qui eſt attaché à la platine des piliers, près de la tige du marteau des quarts; ce reſſort, qui traverſe la cage, eſt prolongé pour venir agir ſur le devant *b* du bras de la baſcule des quarts, (*fig.* 8) ce qui la renvoie, & par conſéquent, celle des heures, à cauſe que la cheville *f* (*fig.* 13) poſe ſur le derriere *g* de cette baſcule des quarts (*fig.* 11).

1054. Et afin que les coups pour les quarts ne frappent pas tous deux à la fois, ce qui ne les rendroit pas diſtincts de ceux pour les heures, les deux bras des baſcules, qui agiſſent ſur les chevilles, ne ſont pas de même longueur; on tient celui *a* (*fig.* 8) de la baſcule des quarts un peu plus court que celui *m*; ainſi, c'eſt le marteau des quarts qui retombe le premier, mais en laiſſant ſeulement un petit intervalle entre le double coup frappé par celui des heures.

1055. Pour que la force du coup des marteaux ne dépende pas uniquement de la peſanteur des marteaux *l m* (*fig.* 2), & de la force qu'ils acquierent en tombant ſur le timbre, on fait agir ſur chaque marteau un reſſort, pour augmenter cette force : c'eſt l'effet du reſſort *P* 8 (*fig.* 1.), attaché en dedans de la platine des piliers, au moyen d'une vis *P*, & d'un pied porté par l'extrémité de la tête de ce reſſort. Le bout 8 du reſſort appuie ſur le bras *i* (*fig.* 8 & 12), fixé ſur la tige du marteau des quarts; & c'eſt cette action du reſſort qui augmente la force du coup de ce marteau. Lorſque le marteau a frappé ſur le timbre, il faut qu'il s'en éloigne un peu, afin de laiſſer la liberté des vibrations, & par conſéquent, celle de former le ſon : c'eſt à cet uſage qu'eſt deſtiné le long bras *k* (*fig.* 8 & 12), fixé ſur la tige du marteau des quarts, oppoſé à celui ſur lequel le reſſort agit pour faire frapper. Le bras *k* vient poſer contre le reſſort *P* 8 (*fig.* 1), qui fléchit un peu, lorſque le marteau retombe ; mais lorſque celui-ci a conſumé toute ſa force ſur le timbre, ce reſſort repouſſe le marteau, & l'éloigne un peu du timbre, ainſi le timbre vibre & ſonne librement.

1056. La tige du marteau des heures (*fig.* 9), porte de même deux bras oppoſés & inégaux ; l'un *c*, eſt preſſé par le reſſort, pour faire frapper le marteau, & l'autre *n*, pour renvoyer ce marteau de la même maniere que nous venons de l'expliquer pour celui des heures. Le reſſort de ce marteau n'eſt pas ici repréſenté, il eſt attaché en dedans de la ſeconde platine : il ne differe pas de celui *P* 8, & produit les mêmes effets.

1057. La tige du marteau des quarts eſt miſe en cage,

& roule ſur les pivots *o p* (*fig.* 12); le pivot *o* doit rouler dans le trou fait à la platine des piliers, & celui *p*, dans celui de la ſeconde platine: l'axe prolongé *p d*, entre dans le trou quarré fait au canon *f* (*fig.* 2), qui porte la branche du marteau *l*.

1058. La tige du marteau des heures (*fig.* 9), eſt miſe en cage, & roule ſur ſes deux pivots *c d*; le pivot *d*, dans le trou de la platine des piliers, & le pivot *c*, dans le trou de la ſeconde platine; l'axe ou pivot prolongé *c e* eſt quarré, & entre dans un trou de même figure, fait au canon ſur lequel eſt rivée la branche du marteau *m* (*fig.* 2).

1059. La baſcule de renvoi, (*fig.* 10) ſe met en cage; & roule ſur ſes pivots *a b* : le pivot *a*, dans le trou fait à la platine des piliers, & le pivot *b*, dans celui de la ſeconde platine.

1060. Les bras 5, 6 de cette baſcule, & celui 7 de la tige des heures (*fig.* 9), doivent être élevés à la hauteur juſte du bras 4 de la baſcule des heures (*fig.* 8), afin qu'elle communique ſon mouvement à la baſcule de renvoi, & celle-ci, à la tige du marteau des heures.

1061. Les baſcules des heures & des quarts (*fig.* 11 & 13), doivent tourner librement ſur le pivot *p q* de la tige des quarts, afin que le petit reſſort *h*, (*fig.* 13), puiſſe les repouſſer pour les mettre en priſe avec les chevilles: ces baſcules ne doivent pas ſe mouvoir ſelon leur longueur, afin que leurs bras ſe préſentent toujours à la même hauteur que les chevilles de la roue *G*: elles ſont retenues d'un côté par la portée *q* (*fig.* 12), & de l'autre, par le dedans de la ſeconde platine.

1062. Pour que les marteaux parcourent un grand eſpace, ce qui eſt avantageux pour rendre le coup plus fort, il faut, qu'immédiatement après qu'une cheville a abandonné le bras *m* de la baſcule des heures (*fig.* 1), le dedans de ce bras ſoit dirigé au centre de la roue; & qu'alors la prochaine cheville qui doit agir ſur ce bras, ne faſſe que commencer à poſer contre lui: ainſi, il faut d'abord tenir ce bras *m* plus long, & le racourcir juſqu'à ce qu'il rempliſſe ces conditions; ec bras *m*, tel qu'il eſt marqué dans la figure, eſt trop long: quand on l'a réduit à la longueur requiſe, on accourcit un peu plus celui de la baſcule des quarts, qu'il quitte ſa cheville avant celui des heures, & produiſe le double coup.

1063. La baſcule de renvoi *o* (*fig.* 1), doit être placée à égale diſtance de la tige du marteau des quarts *i*, & de celle *n*, des heures; & l'attouchement de chaque bras 4, 5, 6, 7, devra ſe faire à égale diſtance des centres *o* & *n*, & *i*, *o*; par ce moyen, le bras 7 de la tige du marteau des heures, parcourra le même eſpace que le bras *m* de la baſcule; & ces points d'attouchement de la baſcule de renvoi doivent ſe faire (au commencement de la levée) dans la ligne droite qui paſſe par les centres de mouvement *o*, *n*, & *o*, *i* de la baſcule & des tiges de marteau; par cet arrangement, le mouvement ſe communiquera de la baſcule *m* au marteau des heures avec une moindre perte, c'eſt-à-dire, avec moins de frottement: ainſi, avant de travailler aux baſcules, on percera les trous des tiges de marteau & de la baſcule de renvoi, & on tracera leurs directions ſur la platine, afin de ſe régler là-deſſus pour l'exécution de cette partie.

1064. Nous obſerverons que l'on pourroit ſupprimer la baſcule de renvoi, en plaçant la tige du marteau des heures près de celle des quarts, en ſorte que le bras 4 de la baſcule preſſât immédiatement le bras 7 du marteau; mais alors ce marteau tourneroit en ſens contraire à la baſcule, & frapperoit ſur le deſſous du timbre; ce qui ne ſeroit pas auſſi favorable pour la force du coup: d'ailleurs le pivot prolongé gêneroit le rateau, & *le tout ou rien*, (*fig.* 2): cette augmentation de la baſcule de renvoi ne cauſe aucun embarras.

1065. Le jeu des baſcules & des marteaux une fois bien conçu, l'exécution en ſera facile. On fera d'abord les tiges de marteau; on prendra pour cela de l'acier quarré que l'on rendra rond; on en coupera pour chaque tige une longueur de la hauteur de la cage, plus, environ ſept lignes pour le pivot prolongé

prolongé de la tige de marteau des quarts, (*fig.*12), & 8 lignes pour le pivot prolongé qui doit porter le marteau des heures: on donnera plus de longueur au pivot du marteau des heures, pour que ce marteau paſſe au-deſſus de celui des quarts, & afin qu'ils ne ſe touchent pas lorſqu'ils s'élevent enſemble pour frapper les quarts: ces tiges doivent avoir une ligne $\frac{1}{2}$ de groſſeur; on prendra du même acier pour faire la tige de la baſcule de renvoi (*fig.* 10); on lui donnera la longueur requiſe pour y former les pivots, pour les mettre en cage: on ébauchera ces trois tiges, que l'on rendra rondes à la lime, & qu'on tournera de même groſſeur dans toutes leurs longueurs ou approchant; on mettra la roue des chevilles dans la cage, & on préſentera ſur le bord (de cette cage) la tige des quarts, ſelon la hauteur convenable pour former le pivot d'en bas, & pour que celui qui doit porter le marteau des quarts faille en dehors de la ſeconde platine; on marquera au-deſſous des chevilles des quarts du dedans de la roue, l'endroit où le bras *e* (*fig.* 12) doit être fixé à cette tige; on le marquera, enſorte qu'il reſte une demi-ligne d'intervalle entre ce bras *e* & celui de la baſcule *b* des quarts (*fig.* 8); on percera à cet endroit, à travers la tige, un trou d'une demi-ligne de groſſeur; on fera une petite entaille à travers la tige & ſur le trou, de l'épaiſſeur même du trou, & qui ait de profondeur $\frac{1}{3}$ de la groſſeur de la tige; on prendra de l'acier qui ait cette épaiſſeur, & pour largeur, la groſſeur de la tige; on limera le bout en rond, pour le faire entrer dans le trou, & la portée de cette cheville entrera dans l'entaille faite à la tige; on mettra l'autre côté du trou en chanfrein, & on rivera le bout ſaillant de la cheville que l'on a formé ſur le bras, (ce qui le fixera très-ſolidement ſur la tige); & ſi l'ajuſtement eſt bien fait, cela ne doit paroître former qu'une même piece avec la tige: cela fait, on levera la portée *q* (*fig.* 12) à raz de l'extrémité des chevilles du dedans de la roue, & on la tournera en diminuant depuis *q* juſques au bout *d*, mais ſans y faire le ſecond pivot *p*, pour lequel il faudra former une ſeconde portée, après qu'on aura fait cette tige de marteau, comme nous l'expliquerons ci-après.

1066. On ajuſtera le bras 7 de la tige du marteau des heures, (*fig.* 9), comme on a fait celui des quarts; on trouvera la place où il doit être poſé, en préſentant la tige contre le bord de la platine, & ſelon la hauteur propre à former le pivot d'en bas, & en obſervant que ce bras 7 doit être à la même hauteur que la baſcule *m*, (1060) & par conſéquent dans le milieu de la longueur des chevilles du deſſus de la roue; on percera un trou à travers la tige; par cet endroit, on l'ajuſtera & on le rivera.

1067. Pour faire le bras oppoſé *c n*, on prendra de l'acier de demi-ligne d'épaiſſeur, & de deux lignes $\frac{1}{2}$ de largeur, & plus long que *c n*; on le percera au quart de ſa longueur, d'un trou qui ſoit un peu plus petit que la tige même: on diminuera la tige un peu en pointe par le bout *e*, afin de la faire entrer dans le trou du bras *c n*, à force & aſſez avant, pour que cette plaque s'arrête ſur la tige preſque au raz du dedans de la ſeconde platine, tandis que le bras 7 eſt à la hauteur des chevilles des heures; & comme cette plaque doit être ſoudée avec la tige, il faut, avant de la faire entrer, mettre en chanfrein chaque bord du trou, pour loger la ſoudure: on tournera cette plaque, en la chaſſant de façon que le côté extérieur de la plaque *c n*, ſoit dirigé ſelon le bord de la platine, tandis que le bras 7 eſt dirigé contre le centre de la baſcule de renvoi: au reſte, il faut laiſſer les pieces plus larges, afin de pouvoir leur donner la direction convenable, lorſqu'elles ſont miſes en cage.

1068. Pour faire le bras *i k* de la tige du marteau des quarts (*fig.* 12), on prendra du même acier dont on s'eſt ſervi pour celle des heures, & on l'ajuſtera avec les mêmes précautions du côté d'en bas, & de ſorte que cette plaque affleure preſque le dedans de la platine des piliers: la tige étant placée ſelon la hauteur déſignée pour le bras *e*, qui doit paſſer, comme j'ai dit, en deſſous des chevilles des quarts du dedans de la roue; on donnera une telle direction aux bras *e* & *i k*, que tandis que le dehors *i k* étant dirigé ſelon le bord de la platine, le bras *e* tende au centre de la roue des chevilles : on voit que pour juger de cette direction ; il faut placer le bout inférieur de la tige ſur le trou *i* percé à la platine des piliers, (*fig.* 1).

1069. Il faut faire entrer ſur la tige de renvoi *ab* (*fig.* 10), une plaque du même acier ; on la percera dans le milieu de la longueur marquée ſur la platine, on peut même la tenir plus longue : on ſe réglera pour la hauteur où elle doit être placée ſur celle du bras 7, (*fig.* 9), ou, ce qui revient au même, ſur le milieu de la longueur des chevilles des heures de la roue *G*, (*fig.* 1) miſe dans la cage.

1070. Ces pieces ainſi préparées, il faudra ſouder ces plaques ſur les tiges : pour cet effet, on prendra du cuivre rouge qui ſoit un peu allié avec du laiton ; ſi on n'en a pas de cette eſpece, on l'emploiera pur ; on le coupera en petit filet, pour entourer la tige tout contre la plaque ; on y mettra du borax ; on mettra le tout dans du charbon bien allumé, & on ſoufflera juſqu'à ce que le cuivre rouge ſoit fondu & entré dans l'*ébiſelure* de la plaque ; alors on plongera la tige, lorſqu'elle eſt également rouge, dans de l'eau froide pour la tremper : faire cette ſorte de ſoudure de l'acier avec l'acier, au moyen du cuivre rouge, s'appelle *braſer* : on braſera ainſi les deux plaques des tiges de marteau, & de même la baſcule de renvoi que l'on trempera auſſi.

1071. Les tiges & baſcules de renvoi étant braſées & trempées, on les blanchira, afin de les faire revenir ; & pour qu'on puiſſe limer facilement les bras & les plaques, il ſera à propos de faire revenir ces pieces d'un bleu gris.

1072. On les dreſſera par leurs pointes pour les mettre rondes ; enſuite on les tournera dans toute leur longueur, & on les adoucira avec une pierre à huile ; & on fera leurs pivots pour les mettre en cage.

1073. Pour faire les pivots de la tige du marteau des quarts (*fig.* 12), on formera d'abord le pivot inférieur *o*, auquel on donnera pour diametre un peu plus de demi-ligne. On reculera la portée convenablement, pour que le bras *e* paſſe au-deſſous des chevilles du dedans de la roue ; on donnera pour longueur à ce pivot, l'épaiſſeur de la platine des piliers. Ce pivot fait & poli, on prendra, avec le maître-danſe, la hauteur de la cage, afin de former le gros pivot *p*, & donner la hauteur requiſe à la portée : avant de faire cette portée, il faudra tourner bien rond le pivot *p q* ſur lequel doivent rouler les baſcules ; on l'adoucira & on le polira : alors préſentant les pointes de l'outil, on fera la ſeconde portée *p* qui ne doit pas être bien profonde, afin de menager la groſſeur du pivot prolongé pour le quarré *d*; ce pivot doit avoir environ une ligne de diametre; on fera ce pivot *p*, enſorte qu'il aille un peu en diminuant juſqu'à la pointe *d* : on polira la partie *p* qui doit rouler dans le trou de la ſeconde platine.

1074. On fera le pivot inférieur de la tige des heures (*fig.* 9); on lui donnera la même groſſeur qu'au pivot *o* (*fig.* 12); on reculera ſa portée convenablement, pour que le bras 7 ſoit placé à la hauteur du milieu des chevilles ſupérieures de la premiere roue de répétition; on le polira; & prenant, avec le maître-danſe, la hauteur de la cage, à l'endroit où cette tige doit être poſée, on fera la portée & le pivot de la même groſſeur que celle du pivot *p* (*fig.* 12), & avec les mêmes précautions ; enſuite on le polira.

1075. Pour faire les pivots de la baſcule de renvoi (*fig* 10), on ſe réglera ſur la hauteur du bras 7 de la tige des quarts ; on fera les pivots de même groſſeur que les petits pivots des tiges de marteau : on les polira de même.

1076. On mettra en cage la tige des quarts (*fig.* 12), en faiſant entrer ſon pivot inférieur *o* dans le trou fait à la platine des piliers, juſte & libre, & le pivot ſupérieur *p* dans le trou fait à la ſeconde platine : on mettra de même en cage, & du côté convenable, la baſcule de renvoi & la tige du marteau des heures (*fig.* 9): ces pieces doivent tourner librement dans leurs trous, mais avec peu de jeu, & juſte ſelon la hauteur de la cage, ce qui doit être réglé par le maître-danſe, que nous ſuppoſons exact.

1077. On fera à chacun des trous, ſur le dehors des platines, des petits réſervoirs pour contenir l'huile ; on les ſera peu profonds, afin de ne pas trop amincir les trous, & que le roulement des pivots ne puiſſe les uſer trop facilement.

1078. Il faudra, pour faire les baſcules, préſenter la premiere roue des chevilles dans la cage, avec la tige des quarts, afin de prendre la longueur que doit avoir le canon *h* de la baſcule (*fig.* 11): ce canon doit être tel qu'il poſe par ſon côté *g*, contre la portée *q* (*fig.* 12), tandis que le bout *h* affleure le milieu de la longueur des chevilles, & que le plan du bras *m* de la baſcule des heures (*fig.* 13), poſe contre le bout de ce canon, pour que ce bras *m* engrene dans les chevilles. Cette diſpoſition eſt marquée dans la figure 8, qui fait voir les deux baſcules raſſemblées ſur la tige des quarts: on prendra donc la meſure de cette longueur du canon; & pour faire cette baſcule des quarts (*fig.* 11), on prendra de l'acier aſſez épais pour y faire un trou à travers, pour former le canon: on percera ſur le bout de la verge d'acier, (ou de fer, au defaut du premier), un trou un peu plus petit que le pivot *p q* (*fig.* 12); & on aggrandira ce trou juſqu'à ce qu'il entre bien juſte ſur le fond *q* du pivot; on aura l'attention d'employer un équarriſſoir de la même fi- que ce pivot, afin que le trou porte ſur toute ſa longueur; gure pour le rendre libre; on ſe ſervira d'un alaiſoir de même figure que l'équarriſſoir: on entaillera en *e* autour du canon *h e*, afin de ne laiſſer au bras *a* de la baſcule que l'épaiſſeur de demi-ligne; on obſervera que ce bras doit être réſervé devers le bout du côté le plus aggrandi du trou, & de ſorte à ſe préſenter pour engrener en plein dans les chevilles du deſſous de la roue: il faut ſavoir, pour prevenir tout embarras, que la cheville *g*, & l'entaille faite dans l'épaiſſeur du bras, ne ſe font qu'après, & que cette cheville eſt rapportée à force ſur ce bras; & de même des chevilles *f* & *e* (*fig.* 13): le bras *a e g* (*fig.* 11) étant fait, on tournera le canon, & on limera la piece à peu-près de la figure *h e g a*; on tournera le bout *h* du canon, & le deſſous *g*, & on préſentera la baſcule miſe ſur ſa tige dans la cage, pour voir ſi le bras *a* engrene en plein les chevilles, & ſi le bout du canon s'éleve un peu plus que le deſſus de la roue des chevilles, afin de limiter le deſſous de la baſcule *m* 4 (*fig.* 13); cela étant, on aura l'intervalle depuis le deſſus du canon de la petite baſcule, juſques au-dedans de la ſeconde platine, qui donnera la longueur du canon de la baſcule des heures.

1079. Pour faire la baſcule des heures, on peut prendre un morceau d'acier ou de fer, qui ſoit aſſez grand pour y former les bras *m*, 4, *x*, (*fig.* 13); ou bien on peut faire cette baſcule de deux morceaux, dont l'un, qui formera les bras 4 *m*, ſera fait avec de l'acier pareil à celui que l'on a employé pour les bras *i k*, (*fig.* 12), & l'autre ſervira à former le bras *x*, & le canon *n* de la longueur donnée: cette derniere maniere eſt plus facile. On prendra donc du fer ou de l'acier qui ait pour épaiſſeur le diametre *h e* du canon de la petite baſcule (*fig.* 11), & pour largeur, la longueur donnée du canon *n o* (*fig.* 13); on le percera ſelon ſa largeur par le bout d'un trou un peu plus petit que le bout du pivot *p q* (*fig.* 12): on limera cette piece pour former le bras *x* ſur le plus petit bout du trou; on tournera le canon, on percera un trou de la groſſeur de ce canon, ſur une plaque d'acier de demi-ligne d'épaiſſeur, & propre à former les bras 4 *m*; on fera entrer ces bras 4 *m*, (ébauchés) ſur le bout *o* du canon un peu à force, & enſorte que les bras *m*, *x* gardent entr'eux la direction convenable, pour que tandis que le bras *m* tend au centre de la roue, le bras *x* ſoit dirigé contre le dedans du bout du *tout-ou-rien*, marqué ſur le dehors de la ſeconde platine: ainſi en préſentant contre cette platine la baſcule, & ſur le trou *f* (*fig.* 2), on donnera à ces bras leurs vraies directions: cela fait, on ſoudera les bras 4 *m* ſur le canon *n o*; & pour qu'il ne ſoit pas beſoin de trop chauffer cette piece, on emploiera de la ſoudure forte, faite avec un peu de zinc & de cuivre jaune, (on ne trempera pas cette piece) afin de pouvoir percer & tarauder facilement le trou pour la vis *x e*, & percer le trou de la cheville *f*: on aggrandira le trou de la baſcule avec le même équarriſſoir dont on s'eſt ſervi pour la baſcule des quarts, & on la fera entrer pour que le deſſous *o* (*fig.* 13) porte contre le bout du canon de la baſcule des quarts, pour donner la liberté convenable à ce trou ſur ſon pivot; on ſe ſervira d'un alaiſoir: on tournera les deux bouts du canon, pour que le bras *m* s'engrene en plein dans les chevilles ſupérieures de la roue *G* (*fig.* 1), & poſe contre le bout du canon de la baſcule des quarts, tandis que le bout *n* affleure le dedans de la ſeconde platine, ou, ce qui revient au même, la portée *p* (*fig.* 12), comme cela ſe peut voir dans la piece raſſemblée (*fig.* 8).

1080. Les baſcules ainſi préparées, on fera les grands reſſorts de marteau, & on les poſera l'un *P k* 8 ſur le dedans de la platine des piliers, pour appuyer ſur les bras de la tige des quarts, & l'autre dans le dedans de la ſeconde platine, pour appuyer ſur les bras *c n* (*fig.* 9) de la tige des heures: on les tiendra longs & forts, & on les diminuera d'épaiſſeur (s'il en eſt beſoin) lorſque le grand reſſort de répétition fera mouvoir le marteau, ce que l'on fera, ſi le moteur n'a pas aſſez de force pour faire mouvoir les marteaux; mais nous n'en ſommes pas encore à cette opération. Pour n'être pas obligé de démonter les platines à chaque fois que l'on aura beſoin de démonter les reſſorts de marteau, il faudra mettre les vis de ces reſſorts en dehors des platines: ainſi les trous des reſſorts ſeront taraudés, & les têtes des vis porteront ſur le dehors des platines.

1081. On limera les bras 4, 5, 6, 7, des baſcules, (*fig.* 1), pour qu'elles gardent entr'elles les directions indiquées, tandis que l'appui du reſſort de marteau contient en repos les bras *c n* de la tige des heures: on arrondira les bouts 5, 6, afin d'adoucir leurs preſſions ſur les bras 4 & 7: on en fera autant à ceux-ci, & par les mêmes raiſons.

1082. Dans cet état, on limera le devant du bras *m* de la baſcule des heures, dont la direction doit être, comme j'ai dit, de tendre au centre de la roue des chevilles: alors en raſſemblant les baſcules, & les mettant en cage, ainſi que les tiges de marteau & la roue de cheville, on fera tourner celle-ci en avant, afin de voir ſi le bras *m* eſt de longueur convenable; c'eſt-à-dire, ſi après avoir échappé de deſſus la cheville, il reprend la direction du centre de la roue, lorſque la cheville prochaine ne fait que commencer à toucher le devant du bras *m*; ſi cela n'eſt pas, & ſi elle ſe trouve trop longue, on l'accourcira; mais ſi on l'avoit trop raccourcie, pour pouvoir produire cet effet, il faudroit l'alonger à coups de marteau: la baſcule des heures produira par ce moyen, un très-bon effet.

1083. Pour en faire produire de même à la baſcule des quarts, il faudra percer le trou de la cheville *g* (*fig.* 11 & 8), dans le milieu de la largeur & longueur du bras *a* qui doit être, comme j'ai dit, plus court que le bras *m*; on fixera cette cheville *g*, (dont la groſſeur eſt d'un tiers de ligne) ſur le bras *a*, & on la coupera à la longueur convenable, pour appuyer contre le bras *e* de la tige de marteau: on remettra en cage la tige de marteau, ſur laquelle on fera appuyer le reſſort, afin de régler la direction du bras: on placera la baſcule des quarts ſur la tige, & on verra ſi en cet état le devant du bras *a* tend au centre de la roue; on reculera le bras *a* de la tige, (que l'on a dû tenir large exprès) juſqu'à ce que cela ſoit: alors on placera en cage la tige des heures & la baſcule de renvoi: on placera les baſcules ſur la tige des quarts, & on les mettra en cage avec la roue de chevilles que l'on fera tourner en avant, afin de faire frapper les tiges de marteau preſſées par leurs reſſorts, & d'accourcir la petite baſcule des quarts, juſqu'à ce qu'elle échappe les chevilles un peu avant celle des heures.

1084. On placera ſur la levée *m* des heures (*fig.* 8), une cheville *f* (*fig.* 13) de même groſſeur que celle qu'on a miſe ſur la baſcule des quarts; on la placera tellement que le devant *a b* des baſcules affleure; & que lorſqu'on fait rétrograder la roue des chevilles, ſon action ſur le derriere du bras *m* entraîne auſſi le bras *a b* (*fig.* 8).

1085. Enfin, pour achever ce qui concerne les baſcules ; on fera le petit reſſort *h* (*fig.* 13) avec du petit acier quarré, que l’on écrouira après que l’on aura taraudé la partie *a* qui doit entrer à vis dans la platine. La petite partie *a i* doit être ronde & fort mince : on percera à la platine des piliers, en dedans du trou du pivot, ſur la ligne qui ſeroit tracée de ce pivot au centre de la roue des chevilles ; on percera, dis-je, un trou propre à être taraudé, de la groſſeur de la vis *a* ; il faut le percer près de la tige du marteau, & ſeulement à la diſtance requiſe, pour ne pas y toucher ni gêner le dedans du bras *i k* (*fig.* 8) ; mais que ce reſſort appuie près du centre du bras *b* de la baſcule des quarts (*fig.* 8) avec aſſez de force pour ramener les baſcules, & les mettre en priſe avec les chevilles, lorſque (*fig.* 2) le rateau a dégagé du bout du *tout-ou-rien*, la cheville *o* qui tenoit ces baſcules renverſées (114 & 118) : on fera à la ſeconde platine, l’ouverture *N o* (*fig.* 2) pour le jeu de la cheville qui doit venir appuyer ſur le bout du *tout ou rien* ; on tracera, pour cela, deux portions de cercle avec un compas, & telles que le milieu de cette ouverture ſoit diſtant du centre du marteau *f*, d’une ligne $\frac{1}{2}$ environ : le bout de cette ouverture ira ſeulement juſqu’au bord du trait marqué pour la poulie, & on pourra conduire l’autre juſqu’au bord *o* de la platine : cette ouverture pourra avoir environ $\frac{3}{4}$ de ligne de large, un peu plus ou un peu moins, cela eſt égal, pourvu qu’on réſerve aſſez de force autour du trou du pivot ; on ne fera la cheville *o* que lorſque le *tout-ou-rien* ſera achevé & poſé de hauteur : paſſons maintenant à la cadrature.

1086. La roue des chevilles étant miſe en cage, on marquera ſur le pivot prolongé, qui doit porter la poulie, un trait de lime à fleur de la platine, lequel réglera l’origine du quarré qu’il faut faire ſur ce pivot ; on fera ſur le tour un trait de burin qui paſſe par la marque de la lime, & on fera le quarré avec les précautions indiquées (832) ; on le limera bien exactement, & on l’adoucira, en tirant les traits en long; & pour conſerver plus de force à ce quarré, on n'en fera pas les angles tout-à-fait vifs.

1087. Pour faire le pignon qui doit entrer quarrément ſur le pivot prolongé, on prendra du fil de laiton bien pur & net, qui ſoit un peu plus gros que le cercle tracé ſur la platine: nous avons ſuppoſé que ce pignon devoit être de quatre lignes; on prendra donc du laiton qui en ait cinq; on le coupera de toute la longueur du quarré fait à l'arbre, & on l'écrouira en tout ſens, afin de le rendre bien dur; on le percera d'un trou de groſſeur convenable pour être étampé (834), ayant attention que ce trou ſoit bien droit & uni, afin qu'il ne courbe pas l'étampe, & qu'étant placé ſur le quarré, il ne le faſſe tourner mal rond: pour éviter cet obſtacle, il ſera à propos de le percer ſur le tour de la même maniere qu'on a fait la chauſſée (910): le trou étant percé, on paſſera un équarriſſoir dedans, pour l'amener à la groſſeur requiſe pour être étampé; on fera une étampe de la groſſeur & figure du quarré de l'arbre, & on étampera ce trou juſqu'à ce qu'étant bien quarré, il entre à force ſur le quarré de l'arbre; quand cela ſera fait, on tournera ce pignon ſur un arbre liſſe pour l'ébaucher; on levera par en bas, du côté le plus grand du trou, une portée propre pour l'épaiſſeur de la poulie qui doit s'y fixer, & à laquelle on donnera ſeulement aſſez de profondeur pour avoir une bonne aſſiette pour retenir la poulie, & que le bout de ce pivot ou portée ait aſſez d'épaiſſeur autour du trou, pour former une rivure très-ſolide, ainſi que cela eſt néceſſaire: au reſte, avant de régler tout-à-fait l'enfoncement de cette portée, il faut mettre le pignon de groſſeur; & pour cela, après avoir tourné ſes deux bouts, on l'ôtera de deſſus l'arbre liſſe, pour le faire entrer à force ſur le quarré de l'arbre, enſorte qu'il entre tout au fond; & c'eſt ſur cet arbre qu'il faut achever de le tourner rond; parce qu'alors ſi les pans du quarré ne ſont pas enfoncés également, cela n'empêchera pas que le pignon ne devienne concentrique à l'axe. Quand on l'aura tourné bien rond & de groſſeur, il faut, avant de l'ôter de deſſus l'arbre, faire un repaire, en marquant, pour cet effet, un petit trait à un pan du quarré de l'arbre, & autant au côté correſpondant du trou-quarré du pignon, afin qu'on repréſente toujours le pignon ſur le même côté, & que parconſéquent il ſe trouve rond comme il a été tourné.

1088. Pour déterminer le nombre de dents qu'il faut mettre ſur le pignon, il faut obſerver que, comme il doit éprouver tout l'effort de la main qui tire le cordon pour faire répéter, il faut tenir les dents les plus fortes qu'on pourra; pour cet effet, il faudra le faire d'un petit nombre de dents, comme huit, par exemple; car d'ailleurs le nombre eſt indifférent, & ne change pas le chemin du rateau, qui dépend de la grandeur du pignon ſeulement: par une ſuite de la même obſervation, il ne faudra pas trop enfoncer les dents de ce pignon, & il faudra les tenir fort *pleines* pour les rendre plus ſolides.

1089. Pour diviſer le pignon, on le fera entrer ſur le quarré de l'arbre, & à ſon repaire; on ôtera la roue *L* de ſa place, enſorte qu'il ne reſte ſur cet axe que le pignon, la roue de cheville & le rochet; & en cet état on placera l'arbre ſur le tour; & comme le rochet d'encliquetage eſt fendu ſur le nombre 48 (789), on s'en ſervira pour marquer le pignon par la méthode indiquée (864 & 865): on fera donc appuyer ſur les dents du rochet un reſſort que l'on attachera ſur la barre du tour avec une tenaille à-vis, ainſi ce reſſort rendra l'arbre & le pignon immobiles: on fera approcher le ſupport du tour tout contre le pignon, & on fera un trait ſur ſa longueur en appuyant ſur le bord du ſupport; on fera avancer ſix dents du rochet; on marquera une ſeconde diviſion, & ainſi de ſuite, juſqu'à ce que l'on ait fait le tour; mais pour faciliter l'exécution du pignon, on ne fera pas mal de le diviſer en un nombre de parties double de celui des dents qu'il doit avoir, c'eſt-à-dire, en ſeize parties, dont huit pour régler l'endroit du vuide de la dent, & huit pour le ſommet des dents; on ôtera le pignon de deſſus ſon quarré ; & pour le fendre, on le fera entrer à force ſur un arbre liſſe un peu long, afin de donner la liberté de mouvoir la lime. Pour les enfoncements du pignon, on ſe réglera d'abord ſur la profondeur de la portée.

1090. Le pignon étant fendu, on l'arrondira & on l'égaliſera en préſentant le calibre à pignon; on paſſera la lime à efflanquer ; on le remettra ſur le tour pour faire ſur le devant des ailes un trait fin qui regle la profondeur des dents ; on les enfoncera toutes également ſelon ce trait, & on paſſera au fond une lime douce à égalir pour terminer le bas des dents ; & pour achever les dents, on ſe ſervira d'une lime douce à arrondir ; enſuite avec du bois blanc & de la pierre à huile broyée, on adoucira les dents, & le fond, on le remettra ſur le tour, afin d'achever de tourner l'aſſiette pour la poulie & la portée ; les bords de poulie ſerviront à indiquer juſte la quantité dont il faut reculer cette aſſiette ou portée, pour avoir dequoi la river : on obſervera qu'il ne faut la reculer que de cette quantité juſte, parce qu'il faut que la poulie étant entrée ſur ſon quarré, & juſte au fond, elle approche aſſez près de la platine pour tourner librement ſans y toucher.

1091. On ôtera le pignon de deſſus ſon quarré, & on aggrandira le trou de la poulie juſqu'à ce qu'il entre bien à force ſur la portée du pignon, ayant l'attention d'aggrandir ce trou bien droit, pour que la poulie étant rivée, elle ne tourne pas de travers : il eſt même à propos, pour prévenir ce défaut, de preſenter la poulie ſur un arbre liſſe à meſure qu'on en aggrandit le trou, afin de voir à redreſſer ce trou avec l'équarriſſoir : le trou aggrandi avec ces précautions, & de la grandeur convenable, on le fera entrer ſur l'arbre liſſe, & on s'en ſervira pour tourner les bords & les arrondir en dedans de la rainure, afin que les angles ne puiſſent pas couper le cordon qui doit l'entourer ; on tournera de même légérement les côtés extérieurs de la poulie, & juſqu'au centre ; par ce moyen, lorſqu'elle ſera rivée ſur le pignon, elle ſe retrouvera droite & ronde, comme elle étoit ſur l'arbre.

1092. Avant de chaſſer la poulie ſur ſa portée pour la river, il faut mettre le petit côté du trou en chanfrein pour contenir la rivure du pignon; lorſqu'on l'aura chaſſé ſur le pignon, il faudra marquer par un point ſur le deſſous de la poulie, le repaire qui étoit fait ſur le pignon; & pour qu'en rivant on ne donne pas des coups de marteau contre le trou, capables de faire tourner mal rond la poulie, il faudra creuſer legérement contre ce trou, mais ſans toucher ni diminuer l'endroit de la rivure: pour river ce pignon, on en fera poſer la face ſur un morceau de plomb uni, ou ſur un tas poli, ſur lequel on mettra une carte, afin de ne pas *gâter* cette face; & avec la pane d'un marteau moyen, on rabattra la rivure, juſqu'à ce qu'on voye qu'elle fixe parfaitement le pignon ſur la poulie; on conſervera, pour plus de ſolidité, la partie de la rivure qui ſaillera au-deſſous de la poulie; ainſi celle-ci ſera élevée de cette quantité ſeulement au-deſſus de la platine, c'eſt-à-dire, environ $\frac{1}{4}$ de ligne, en ſuppoſant que l'on a reculé le quarré à fleur de la platine, & non plus bas; car dans ce dernier cas, il auroit fallu réſerver au centre du pignon, une petite têtine pour élever la poulie de maniere qu'elle ne puiſſe frotter contre la platine.

1093. La poulie & ſon pignon ainſi énarbrés, il faudra faire les dents du rateau *b R u*; ce qui ſera facile, ſi l'on a une machine à fendre; car alors toute la difficulté conſiſte à trouver le nombre ſur lequel on doit le fendre, pour que ſes dents ſoient juſte de la grandeur requiſe pour l'engrenage. Nous en avons donné la méthode (344): ainſi puiſque le pignon a deux lignes de rayon, & qu'il porte huit dents; que le rateau ait, je ſuppoſe, quinze lignes de rayon, on fera la proportion: Si deux lignes de rayon donnent huit dents, combien quinze lignes en donneront-elles? On trouve, en faiſant la regle, que le rateau doit être fendu ſur le nombre 60; mais comme c'eſt le pignon qui mene, il faudra que les dents du rateau ſoient un peu plus petites: ainſi on le fendra ſur 58; & comme le pignon a huit dents, & qu'il doit faire un tour entier, on fera dix à onze dents ſur le rateau, afin d'en avoir une ou deux de reſte pour changer l'engrenage, s'il en eſt beſoin.

1094. Si l'on n'a pas de machine à fendre, voici une méthode dont on pourra ſe ſervir pour diviſer le rateau: on prendra un petit morceau d'acier épais comme le rateau, long d'un pouce environ, & large de deux lignes; on fera ſur un bout une fente angulaire qui ait pour largeur l'intervalle du ſommet d'une des dents du pignon à l'autre, moins la 8^e^. partie de cette diſtance: on terminera en angle les deux côtés, afin qu'ils ſervent à marquer les dents ſur le bord du rateau; mais avant de marquer le rateau avec cet outil, il eſt à propos de prendre un morceau de laiton mince qu'on coupera au trait du compas, ſelon la même grandeur du rateau; on ſe ſervira de cette piece pour faire eſſai de l'outil: pour cet effet, on attachera le laiton d'eſſai à l'etau; on appuiera l'outil ſur le bord du laiton, & avec un marteau on frappera ſur l'outil, enſorte que celui-ci faſſe deux petites entailles au rateau d'eſſai; cela fait, on avancera l'outil d'un cran; & tandis qu'une dent angulaire poſe dans l'entaille, on frappe, & l'autre dent marque une troiſieme diviſion; quand on aura fait cinq ou ſix diviſions, on y fendra des dents que l'on arrondira & que l'on preſentera au pignon pour voir s'il eſt d'engrenage; ſi cela n'eſt pas, on corrigera l'outil juſqu'à ce qu'il ſoit convenable; alors on s'en ſervira pour marquer le bord du rateau, & l'on fendra ce rateau par les marques faites, & ſelon un trait de compas qu'il faudra donner pour régler la profondeur des dents, & relativement à leur groſſeur (781); on en fendra 11, qu'on égaliſera à meſure avec le calibre à pignon; on les arrondira & on les terminera comme les dents d'une roue, mais en les tenant fortes du fond, pour qu'elles ſoient ſolides.

1095. Les dents du rateau étant faites, on pourra le poſer; mais il faudra premierement faire un canon pour le river, & dont le trou ſoit de la groſſeur propre à rouler ſur une broche *a b* (*fig.* 14), qui ait environ $\frac{3}{4}$ de ligne de diametre, & cinq lignes de longueur.

1096. Pour déterminer la hauteur où le rateau doit être placé, on obſervera qu'il faut que les chevilles attachées ſur la poulie (*fig* 2), doivent paſſer ſous le rateau : or ces chevilles doivent avoir près d'une ligne de longueur, & le deſſus de la poulie étant, je ſuppoſe, élevé de deux lignes au-deſſus de la platine, il faudra que le deſſous du rateau ſoit diſtant de trois lignes de la platine.

1097. Pour faire l'aſſiette du rateau, on prendra du fil de laiton qui ait 4 lignes $\frac{1}{2}$ de groſſeur; on l'écrouira bien dur, & on le coupera de 5 lignes $\frac{1}{2}$ de long; on le percera bien droit avec un foret de $\frac{3}{4}$ de ligne; on aggrandira le trou pour le rendre uni, & de la figure de l'équarriſſoir; on fera entrer cette aſſiette ſur un arbre liſſe; on la tournera ronde; mais avant d'en former les canons & l'aſſiette, il faut faire la broche (*fig.* 14), ſur laquelle elle doit rouler.

1098. Pour faire la broche du rateau, on prendra de l'acier quarré qui ait deux lignes $\frac{1}{2}$ de groſſeur; on le coupera d'un pouce de long environ; on ébauchera les deux bouts *a b*; l'un *a*, pour y former la vis : on lui donnera quatre lignes de longueur; on reſervera une tête *c* qui ait $\frac{3}{4}$ de ligne d'epaiſſeur, & on limera le reſte *c b* en rond, mais plus gros qu'il ne faut pour entrer dans le trou du canon, afin d'avoir de quoi le tourner parfaitement rond; on fera les deux bouts en pointe; on placera ſur le bout *b* un cuivrot; on tournera le bout *a* pour la vis, & de même la portée qui pourra avoir près d'une ligne de groſſeur, on taraudera le bout *a*; enſuite on ôtera le cuivrot qui eſt ſur le bout *b*, & on en placera un ſur la vis *a* pour tourner la broche *c b* juſqu'à ce qu'elle entre très-juſte dans le trou du canon: on fera uſage des precautions indiquées (911); & pour que le bout du canon ne frotte pas contre les angles de la tête *c*, on abattra ces angles pour former une portée : on polira la broche. Il faut conſerver la tête *c* quarrée comme elle eſt dans la figure, parce qu'elle ſert à faire entrer la broche dans le trou que l'on fait à la platine pour l'y attacher; on ſe ſert, pour cela, de *tenailles à boucles*, ou de *pinces à goupille.*

1099. Il faut obſerver que les broches doivent être plus longues que les canons qui ſe meuvent deſſus, afin qu'on puiſſe faire à travers chaque broche un trou pour y mettre une goupille, qui empêche le canon de ſe mouvoir ſelon ſa longueur.

1100. On placera cette broche à l'endroit qui a été marqué ſur la ſeconde platine pour le centre *u* du rateau; mais il faudra mettre la premiere roue de répétition en cage, & la poulie ſur ſon quarré, afin de voir ſi l'engrenage du rateau avec ſon pignon, ne demande pas de rapprocher ou d'éloigner un peu le centre du rateau de celui du pignon; on percera donc le trou ſelon que l'engrenage l'exigera; mais pour le faire plus ſûrement, on pourroit placer le rateau ſur un arbre liſſe ou à vis, que l'on mettroit ſur l'outil d'engrenage, ainſi que la premiere roue de répétition avec la poulie ſur ſon quarré; on marqueroit le point de l'engrenage ſur le dehors de la ſeconde platine, & on perceroit le trou ſans changer la direction du rateau.

1101. En perçant le trou pour la broche du rateau, il faudra avoir grande attention à le faire perpendiculairement au plan de la platine, afin que la broche ſoit droite, & que par conſéquent le rateau ſoit parallele à la platine.

1102. Le trou du rateau étant percé, on le taraudera, & on y fera entrer la vis de la broche, juſqu'à ce que la tête poſe exactement ſur la platine; on mettra le canon ſur ſa broche, & on marquera l'endroit où l'on doit former l'aſſiette pour le rateau; il faudra que cette aſſiette ſoit en deſſus: ainſi on levera d'abord une portée *a* (*fig.* 15) propre à donner de l'aſſiette au rateau; & pour avoir la rivure, on fera une ſeconde portée *b* ſelon l'épaiſſeur du rateau, ce qui formera le canon *b*: pour que l'aſſiette ne ſoit pas trop épaiſſe, on la dégagera en deſſus, pour former un petit canon *d*; on aggrandira le trou du rateau, pour y faire entrer juſte la portée *a*, & l'on préſentera le rateau avec ſon aſſiette ſur la broche, afin de voir ſi la portée eſt reculée convenablement, pour qu'il reſte trois lignes entre la platine & le deſſous du rateau; ſi cela n'eſt pas, on reculera la portée, ſi elle ne l'eſt pas aſſez; ou ſi elle l'eſt trop, on accourcira le bout du canon *c*; enſuite on adoucira l'aſſiette & les canons, & on mettra le trou du rateau en chanfrein, & on rivera l'aſſiette ſur le rateau, puis il faudra examiner l'engrenage. S'il eſt trop fort ou trop foible, on aggrandira le trou de la broche (fait à la platine) pour le reboucher & le percer enſuite ſelon qu'il ſera convenable pour l'engrenage.

1103. Le rateau étant poſé à la hauteur requiſe, il donnera l'élevation du *tout-ou-rien T o V* (*fig.* 2), lequel doit paſſer par-deſſus le rateau; on ébauchera donc l'aſſiette *T* comme on a fait celle du rateau; on peut la percer ſur la même groſſeur de broche, & lui donner la même longueur; on fera la broche, & on la poſera à l'endroit marqué ſur la ſeconde platine; on tournera l'aſſiette convenablement, pour élever le tout-ou-rien au-deſſus du rateau; on le rivera, & on percera en *y* un trou à la platine, ſur le milieu de la largeur marquée pour le tout-ou-rien, (il ne faut pas que ce trou puiſſe gêner le mouvement du rateau) ce trou ſervira à y placer une broche à vis *y* (*fig.* 16), dont la hauteur entre les deux baſes ſoit la même que le deſſous du tout-ou-rien; on attachera cette broche à la platine, & ayant mis le tout-ou-rien ſur la broche, on marquera le point *y* où cette broche le touche; on percera un trou au tout-ou-rien, pour y faire entrer le pivot *a* dans le milieu de ſa largeur: la rainure faite au pivot de la broche *y*, ſert à y arrêter le reſſort *d* du tout-ou-rien, & à empêcher que le tout-ou-rien ne s'écarte de la baſe *a*, ſur laquelle il peut ſeulement décrire la portion de cercle donnée par l'ouverture *y*. Le bout *o* du tout-ou-rien doit être aſſez long pour venir en *ó*, à côté du centre *f*, enſorte que *o T* ſoit tangente (331) à *o f*, & le bout *o* doit être diſtant de *f* d'une ligne $\frac{1}{2}$: on obſervera donc ces dimenſions, en perçant le trou *y*, qui ne doit être alongé qu'après qu'on aura taillé le limaçon des heures.

1104. Maintenant pour déterminer l'élevation du limaçon des heures, de l'étoile, & du limaçon des quarts, on ſe réglera ſur la hauteur du rateau; le limaçon des heures devant être élevé de la même quantité, qui eſt trois lignes en deſſous: or comme le limaçon des heures eſt fait de même épaiſſeur que le rateau, on aura en deſſous de ce limaçon & entre la platine trois lignes, que l'on employera pour l'étoile, le limaçon des quarts & la ſurpriſe, en ménageant des jours entre ces pieces: on pourra donc placer le limaçon des quarts à une demi-ligne de la platine; & comme le limaçon & la ſurpriſe ont une demi-ligne chacun, le deſſus de la ſurpriſe ſera élevé d'une ligne $\frac{1}{2}$ au-deſſus de la platine, enſorte qu'il reſtera une ligne $\frac{1}{2}$ pour loger l'étoile; on pourra donc l'élever d'un quart de ligne au-deſſus de la ſurpriſe; & comme elle a une demi-ligne d'épaiſſeur, il reſtera un jour de $\frac{3}{4}$ de ligne entre le deſſus de l'étoile & le deſſous du limaçon des heures.

1105. Il faut obſerver, par rapport à l'élevation des pieces de la cadrature, qu'elle doit être relative à la place qu'il y a dans la boîte dans laquelle on la poſe; & que la verge du pendule devant paſſer par-deſſus les broches, & le timbre au-deſſus de la place du pendule, il faut diſtribuer les hauteurs en conſéquence.

1106. Pour placer ces pieces ſelon cette élevation, on commencera par le limaçon des quarts; pour cet effet, il faut faire le quarré *a* (*fig. 6*) du pivot prolongé de la roue de renvoi; ce quarré doit être fait à fleur du dehors de la ſeconde platine; on prendra, pour faire l'aſſiette du limaçon, du fil de laiton qui ait environ deux lignes $\frac{1}{2}$ de groſſeur, & pour longueur celle du quarré; on percera cette aſſiette, & on étampera le trou pour le faire entrer bien juſte ſur le quarré; on tournera cette aſſiette, & on levera une portée, pour y river la plaque qui doit ſervir à former le limaçon des quarts; on reculera cette portée, de ſorte que le deſſous du limaçon ſoit élevé de demi-ligne ſur la platine: cette aſſiette eſt repréſentée (*fig.* 17) ; *a* eſt l'aſſiette qui doit être à fleur de la platine ; *b*, la portée ſur laquelle doit être fixé le limaçon, & *c* la ſeconde portée ſur laquelle la ſurpriſe doit tourner ; on rivera donc le limaçon ſur cette aſſiette, & on fera entrer la ſurpriſe ſur la portée *c* ; on fera à fleur de la ſurpriſe une troiſieme portée qui formera le canon *d* ; on fera entrer deſſus un ſecond canon *e* à frottement, lequel portera une petite aſſiette propre à recouvrir la ſurpriſe, pour l'empêcher de s'éloigner du limaçon, laiſſant ſeulement la liberté à la ſurpriſe de tourner.

1107. Le limaçon des quarts & la ſurpriſe étant faits, il faudra arbrer le limaçon des heures ; pour cet effet, on percera à la ſeconde platine, à l'endroit où ſon centre eſt marqué un trou qui ait une ligne de groſſeur. Pour faire l'aſſiette ou canon ſur lequel l'étoile doit être rivée, on prendra du fil de laiton qui ait cinq lignes de groſſeur, & on le coupera de la longueur de l'intervalle qu'il y a depuis le deſſous du tout-ou-rien, juſqu'au dedans de la ſeconde platine : de cette maniere on lui donnera le plus de longueur qu'il ſe pourra, ce qui eſt un avantage ; car plus un canon eſt long, & moins la piece, que l'on rive deſſus, eſt ſujette à vaciller ; on doit donc tenir les canons qui portent les pieces de cadrature, le plus longs qu'il eſt poſſible, & les ajuſter avec beaucoup de préciſion ſur leurs broches ; c'eſt pour cette raiſon que nous avons preſcrit la méthode de faire toujours le trou du canon le premier, & de tourner la broche ſelon la figure du trou, & enſorte que les deux extrémités du canon portent ſur la broche ; on peut donner, à peu près, la même groſſeur à toutes les broches, c'eſt-à-dire, environ $\frac{3}{4}$ de ligne ; on percera donc le canon de l'étoile ; on l'aggrandira ; enſuite on le tournera ; on levera au *petit bout* (j'appelle petit bout d'un canon, celui où le trou eſt moins grand) un canon de la groſſeur du trou (& tellement qu'il reſte autour du trou de la broche une force ſuffiſante à ce canon) percé à la platine, & qui la traverſe ſeulement : alors on préſentera le tout-ou-rien par-deſſus, &

on reculera le grand bout du canon, juſqu'à ce qu'il affleure juſte le deſſous du tout-ou-rien; alors on levera la place de l'étoile, l'aſſiette devant être en-deſſus & rivée par-deſſous; on rivera l'étoile à la hauteur deſignée (1104); on formera ſur le gros bout du canon un petit canon pour y faire entrer le trou de la plaque qui doit former le limaçon des heures, & on reculera la portée juſqu'à ce que ce limaçon ſoit à la même hauteur que le rateau; on aura attention à conſerver la baſe ou aſſiette contre laquelle ce limaçon poſe de toute ſa grandeur, qui eſt la même de l'aſſiette de l'étoile; cette aſſiette aura l'épaiſſeur de l'intervalle qu'il doit y avoir de l'étoile au limaçon, lequel nous avons fixé à $\frac{3}{4}$ de ligne; on tiendra la baſe de cette aſſiette bien plate, ou plutôt un peu creuſée devers le centre, afin que le limaçon *plaque* bien.

1108. Le limaçon des heures ſera rendu fixe avec l'étoile, au moyen de deux petites vis qui traverſeront l'aſſiette dans laquelle elles ſeront taraudées; elles ſeront placées à égales diſtances du canon du limaçon.

1109. Le limaçon & l'étoile ainſi enarbrés, on fera la vis ou broche *V* (*fig.* 18); cette broche eſt taraudée devers ſa tête *V*, pour entrer ſur le tout-ou-rien, ſur lequel elle s'attache; on fera la partie taraudée d'un peu plus d'une ligne, afin qu'il reſte au fond des pas une petite portée, & que la broche ſoit de la groſſeur requiſe, pour entrer dans le canon de l'étoile: cette portée doit être faite à fleur du deſſous du tout-ou-rien; ainſi il ne reſtera de partie taraudée, que celle de l'épaiſſeur du tout-ou-rien: la tête *V* ne differe pas de celle d'une vis ordinaire.

1110. On fera le ſautoir *YM* (*fig.* 2) avec de l'acier qui ait une épaiſſeur double de celle de l'étoile; on lui donnera la longueur & la figure marquée ſur le calibre; on percera le trou pour le canon, ce trou peut être d'une ligne $\frac{1}{2}$ de groſſeur; on percera le canon, auquel on peut donner cinq lignes de longueur: on fera la broche, on la poſera; enſuite on marquera l'élevation de l'aſſiette du canon, afin de river le ſautoir, de ſorte qu'il ſoit juſte à la hauteur de l'étoile qu'il doit *déborder* autant par-deſſus que par-deſſous. on obſervera, en poſant le ſautoir, qu'il faut que l'angle *M* ſoit dans le milieu de l'intervalle des dents de l'étoile, lorſqu'il appuie deſſus, & qu'en cet état il doit y avoir une dent de l'étoile, qui ſoit dirigée au centre du limaçon des quarts.

1111. Pour faire le canon de la piece des quarts, on obſervera qu'il ne peut pas être fort long, à cauſe qu'il faut que la fourchette d'échappement *F* (*fig.* 2) paſſe par-deſſus, ſans que par le mouvement de vibration du pendule, elle y puiſſe toucher: or pour régler la hauteur de la fourchette, il faut conſidérer qu'elle doit paſſer par-deſſus le reſſort de tout-ou-rien, c'eſt-à-dire, à ſix lignes de diſtance de la platine; ainſi la broche de la piece des quarts ne pourra être élevée que de ſix lignes; & pour avoir la longueur du canon, il faut ſouſtraire la place de la goupille & la tête de la broche; mais pour avoir un canon plus long, on fera une broche pareille à celle de l'étoile, & qui eſt vue (*fig.*18): ainſi la tête de la broche ſera en dedans de la platine, & le canon ira affleurer le dehors de la platine. Pour faire le canon, on prendra du fil de laiton qui ait deux lignes $\frac{1}{2}$ de groſſeur; on l'ecrouira, on le coupera de cinq lignes de longueur; on le percera & on le tournera: l'aſſiette pour la piece des quarts *Q* ſera en deſſous au raz de la platine: on reculera la portée juſqu'à ce que la piece des quarts affleure la ſurpriſe & le limaçon des quarts; on rivera la piece des quarts; enſuite on fera la broche que l'on fixera à la platine, & dont la portée ſera à raz, enſorte que la piece des quarts ſera à la même hauteur que la ſurpriſe & le limaçon des quarts.

1112. Il faut que le doigt *D* porte un canon qui roule autour de celui de la piece des quarts: or, pour que le canon du doigt ait toute la longueur qu'on peut lui donner, on le fera deſcendre au raz du deſſus de la piece des quarts; on tournera donc ce canon des quarts à fleur de ce deſſus, & on le diminuera, enſorte qu'il reſte une force ſuffiſante autour du trou de la broche. Pour faire le canon du doigt, on prendra du fil de laiton écroui, qui ait environ trois lignes de groſſeur, & pour longueur, celle du petit canon de la piece des quarts, ou demi-ligne de plus, afin d'avoir de quoi tourner; on fera ce canon, dont le trou n'entrera pas tout-à-fait ſur le canon des quarts : on rivera ſur ce canon le doigt *z i q*; & pour achever l'ajuſtement, on tournera le petit canon des quarts juſqu'à ce qu'il y entre libre & juſte, afin que le doigt ne puiſſe pas vaciller.

1113. La piece des quarts & le doigt ainſi placés, il faudra percer le trou de la cheville *z*; lorſque ce trou eſt percé au doigt, on perce la piece des quarts, afin de former la petite ouverture dans laquelle cette cheville doit entrer, pour permettre le mouvement rétrograde du doigt. Pour percer le trou à la piece des quarts, il faut que pendant que le bout *k* poſe ſur le bord de la plaque du limaçon *h k*, le bout *q* du doigt appuye contre les dents du pignon: on fait enſuite rétrograder le doigt juſqu'au bord de la poulie, & on perce encore un trou à la piece des quarts pour le jeu de la cheville; on forme l'entaille ſelon ces deux trous, & enſuite on rive la cheville *z* qui doit traverſer l'entaille, pour affleurer le deſſous de la piece des quarts; ſi l'entaille gêne la cheville, on l'aggrandit convenablement ſur la largeur, mais ſans toucher à ſa longueur; alors on fait, & on poſe le reſſort *B*, qui doit avoir une force ſuffiſante pour ramener le doigt quand on l'écarte du pignon en même-temps que le bout *k* appuie ſur le bord de la plaque du limaçon: le reſſort peut appuyer contre la cheville du doigt, & paſſer par conſéquent entre le bras *Q* & la piece des quarts, ſi la diſtance eſt aſſez grande; ſinon on la fait appuyer ſur le bras *z* même. Quand cela eſt ainſi préparé, on accourcit un peu le bras *k*, enſorte qu'il ne poſe pas tout-à-fait ſur le bord du limaçon, mais qu'il en ſoit diſtant d'environ demi-ligne, afin que lorſque la piece eſt finie, le limaçon des quarts, en tournant, ne vienne pas arcbouter contre le doigt, & ne faſſe arrêter l'Horloge.

1114. On fera le reſſort *p*, & on le poſera comme il eſt dans la figure : ſon action ſe fait ſur une cheville fixée en deſſous de la piece des quarts près du centre : or, comme cette piece n'eſt éloignée de la platine que d'une demi-ligne, on voit qu'il faut que ce reſſort ſoit fort étroit ; au reſte, il n'a pas beſoin de beaucoup de force, mais ſeulement de celle qui eſt requiſe pour faire deſcendre ſûrement la piece des quarts ſur les degrés du limaçon.

1115. Le reſſort du valet ou ſautoir ſera poſé en *g* ; il appuiera ſur une cheville placée près du centre du ſautoir en deſſous, en *Y* : il faut obſerver, par rapport à ces chevilles pour les reſſorts, qu'elles doivent toujours être placées dans une ligne *Y g* qui va du centre *Y* de la piece mobile aux points *g* d'inflexion du reſſort. On donnera au reſſort du valet la force néceſſaire pour contenir l'étoile : pour en juger, il faut terminer les côtés du ſautoir qui forment l'angle *v*, & les bien adoucir, afin que les pointes de l'étoile gliſſent facilement ſur les plans inclinés ; on terminera par la même raiſon les pointes de l'étoile que l'on adoucira, en ôtant un peu de ſes angles, pour que cela ne gratte pas les plans.

1116. Lorſqu'on aura fait ces reſſorts de cadrature, on fera produire les effets du tout-ou-rien avant de faire ſon reſſort : pour cet effet, on mettra en cage les baſcules des heures & des quarts, les tiges de marteau & la roue de cheville : on mettra la poulie ſur ſon quarré ; & à travers l'ouverture *o* de la platine, on marquera la place de la cheville *x e* (*fig.* 13) ; pour en déterminer la place, on fera tourner la poulie en avant, ce qui fera échapper & frapper les tiges de marteau : il faut que le point marqué pour la cheville *o* n'approche pas aſſez de la poulie pour pouvoir y toucher ; on fera enſuite rétrograder la poulie, ce qui fera renverſer les baſcules : alors il faut que le point marqué pour la cheville vienne juſqu'au point *o* qui eſt celui du bout du tout-ou-rien ſur lequel il doit s'arrêter ; ſi ce point marqué n'y vient pas tout-à-fait, on le marquera de ce côté avec une pointe de foret ou autre; ce qui ne ſera que mieux, parce que la cheville *o* approchera moins de la poulie, lorſque la poulie tourne en avant, & que les marteaux frappent; car ſi la cheville *o* venoit à y toucher, on ſeroit obligé de diminuer la poulie, pour qu'elle n'empêchât pas les marteaux de frapper.

1117. Pour marquer la poſition de cette cheville, il ne faudra pas que le tout-ou-rien ſoit mis en place, il faut ſeulement marquer ſon extrémité *o* ſur la platine, afin de ſe régler en conſéquence pour la poſition de la cheville: on percera par le point marqué au bras *x* de la baſcule (*fig.* 13) un trou qui ait une demi-ligne de diametre; on le taraudera, & on fera ſur le même taraud une vis *x e*, taraudée de l'épaiſſeur du bras *x*, dont la tête ſera en deſſous, & dont la partie *x e* de la vis ſera tournée & de longueur propre à affleurer le deſſus du bout *o* du tout-ou-rien (*fig.* 2): cela fait, on remettra les baſcules & les tiges de marteau en cage: on formera l'ouverture *y* que l'on alongera petit-à-petit de *y* en *r*, juſqu'à ce qu'en rétrogradant la poulie, la cheville *o* paſſe ſur l'angle du tout-ou-rien, en même-temps que les baſcules ſont renverſées; le bout *o* doit être un peu incliné, afin qu'en ramenant le tout-ou-rien, ſon action ſur la cheville faſſe un peu écarter le derriere des baſcules de deſſus les chevilles, afin de les mettre tout-à-fait hors de priſe, & que, ſi l'on ne tire pas totalement le cordon, les baſcules ne puiſſent arcbouter contre les chevilles, & arrêter le rouage, & par conſéquent l'Horloge; puiſqu'alors (nous ſuppoſons toute la machine fixée & en mouvement) le bras *k* de la piece des quarts deſcendroit ſur les degrés du limaçon, enſorte que le devant *h s* étant parvenu contre le bout *k*, arrêteroit le limaçon, & ſuſpendroit toute la force motrice de l'Horloge.

1118. Ayant fait produire l'effet du tout-ou-rien, on fera le reſſort *d y*, lequel devra appuyer contre la broche *y* fixée à la platine & en deſſus; afin qu'après que la cheville *o* a écarté le tout-ou-rien, pour parvenir ſur le bout *o*, la preſſion de ce reſſort ramene le tout-ou-rien, & acheve d'écarter les baſcules : ainſi il faut que ce reſſort ſoit aſſez roide, pour obliger le petit plan incliné de faire rétrograder les baſcules, & par conſéquent le petit reſſort *h* (*fig.* 13), qui ſert à les ramener en priſe : le bout de ce reſſort doit entrer dans la rainure faite à la broche, ainſi que nous l'avons dit (1103).

1119. Il faut maintenant tailler le limaçon des quarts : pour cet effet, on ôtera la ſurpriſe, & on marquera l'enfoncement des degrés du limaçon : celui *h*, eſt donné par le bord de la plaque, & le plus profond, *3*, dépend de la grandeur de la poulie. On élevera donc la piece des quarts, pour la faire paſſer par-deſſus la plaque ; & on la fera approcher du centre *s*, juſqu'à ce que le bout *q* du doigt ſoit diſtant d'une ligne du bord de la poulie *P*, quantité néceſſaire, pour que l'épaiſſeur de la cheville, qui doit être au bord de la poulie, ne vienne pas arcbouter ſur le bout *q* du doigt : dans cet état, on marque un petit trait ſur la plaque du limaçon, bien au raz du bout *k* de la piece des quarts ; cette marque déſignera donc le troiſieme degré du limaçon des quarts. On démontera la roue de renvoi ; on placera le limaçon deſſus ; & on fera ſur le tour un trait de burin fixe qui paſſe par la marque du 3^e. degré : on diviſera l'intervalle *3 Q* du limaçon en trois parties égales pour les 3 degrés des quarts : on fera ſur le tour des traits de burin qui paſſent par les diviſions ; on remontera la roue de renvoi, & on placera la plaque des quarts ſur ſa tige. Alors on prendra un compas (*Pl. XVII, fig.* 1), dont la pointe *à champignon E*, porte au bout un petit trou conique ; on fera poſer ce point conique ſur la broche *i* de la piece des quarts, tandis que l'autre jambe ſera ouverte de la grandeur *i k* de la piece des quarts : on tracera un trait ſur la plaque du limaçon, avec cette ouverture de compas ; & par la ſection de ce trait, avec la premiere diviſion des quarts, on diviſera le cercle de cette premiere diviſion en quatre parties qui détermineront les degrés du limaçon ; & pour ſavoir de quel côté du trait de compas doit commencer le premier degré; on remarquera que le limaçon tourne de *h* en *k*, & que le bord *h* ſert à faire préſenter le doigt tout près du pignon de la poulie, & à arrêter le rouage de répétition, immédiatement après que l'heure eſt frappée: on fera donc en 1 le premier degré du limaçon, & ainſi de ſuite, juſqu'au degré 3; on en marquera les enfoncements par les points de diviſion avec l'ouverture de compas qui a ſervi à faire le trait *h s*. Le limaçon ainſi tracé, on le limera bien juſte, ſelon les traits de diviſion; après qu'il ſera taillé, on le placera ſur ſon quarré, & on mettra en place l'étoile, le tout-ou-rien & le valet *Y*, afin de marquer la poſition de la vis *c* qui doit faire mouvoir l'étoile.

1120. Il y a pluſieurs choſes à conſidérer, pour déterminer la poſition de la cheville *c*: la premiere, c'eſt qu'il faut qu'elle ſoit placée aſſez diſtante du centre *s* du limaçon, pour pouvoir faire avancer ſûrement la dent 3 de l'étoile *E*, juſqu'à l'angle *M* du valet: la ſeconde, c'eſt que dans l'inſtant que cette dent eſt parvenue à l'angle du valet, il faut que le point angulaire *h* du bord du limaçon ſoit diſtant d'un quart de ligne du bout *k* de la piece des quarts, qui eſt ſuppoſée poſer actuellement ſur le degré 3; enſorte que par cette précaution, on eſt aſſuré que l'inſtant avant que l'étoile *détende*, c'eſt-à-dire, avant qu'elle ſoit parvenue à l'angle du ſautoir, pour que celui-ci la faſſe tourner en avant, ſi on tire le cordon, la répétition ſonnera les trois quarts; & l'inſtant après que le ſautoir a fait ſon effet, & que l'étoile eſt *détendue*, ſi on tire le cordon, il ne ſonnera pas de quarts, à cauſe de l'effet de la ſurpriſe (116): troiſiemement, il faut conſidérer que, pour produire l'effet de la ſurpriſe, la cheville *c* doit être aſſez groſſe pour que l'étoile étant chaſſée par le ſautoir, vienne appuyer contre le dehors de la vis *c*, afin de la faire avancer, & en même-temps la ſurpriſe qui la porte. Enfin, il faut que cette vis *c* ne ſoit pas trop près du bout d'un degré: car ce degré devra être accourci de l'épaiſſeur *h Q* du bras de la piece des quarts, opération qui ne ſe fait que lorſque les aiguilles de l'Horloge ſont ajuſtées : c'eſt pour prévenir cet obſtacle, & pour éloigner, autant qu'il ſe peut, la cheville des degrés, en la plaçant près du centre, qu'il faut que l'étoile approche le plus près poſſible du centre du limaçon ; pour cela, il faut tenir les canons de ce limaçon fort petits. Il ſuit d'ailleurs de cette diſpoſition, que l'étoile charge moins le rouage de l'Horloge.

1121. Pour marquer la poſition de la vis *c*, on ſe ſervira du bout d'un arbre liſſe, dont on poſera la pointe ſur le limaçon, que l'on fera tourner avec la pointe de l'arbre, juſqu'à ce que l'étoile détende ſelon les regles que nous avons preſcrites : on changera donc la poſition de la pointe en conſéquence; on changera même d'arbre liſſe, que l'on prendra plus gros, ſelon qu'il ſera beſoin pour produire l'effet de la ſurpriſe, qui doit être tel, qu'après que l'étoile aura détendu, il faut que la dent qui vient appuyer ſur le derriere de l'arbre, faſſe avancer l'angle *h* du limaçon, juſques au dedans de l'épaiſſeur du bras *k* de la piece des quarts : mais ſi l'arbre exigeoit plus d'une ligne, pour produire un tel effet, on placeroit, au lieu d'une vis, deux chevilles diſtantes entr'elles de la quantité requiſe.

1122. La place de la cheville ainſi trouvée, on percera un petit trou à cet endroit ſur le limaçon des quarts; on donnera $\frac{1}{3}$ de ligne environ au foret qui devra le percer : pour percer ce trou, on appliquera la plaque de la ſurpriſe ſur le limaçon des quarts, & on percera, en les tenant fixes enſemble : le trou fait au limaçon, c'eſt dans ce trou de la ſurpriſe que devra être fixée la vis *c*; on percera vers *v*, à travers la ſurpriſe & le limaçon, un trou de même grandeur que celui fait pour *c*; on taraudera le trou fait en *c*, & on fera ſur la même groſſeur la vis, dont la tête devra avoir pour diametre celui de la pointe de l'arbre à vis, dont on s'eſt ſervi pour en trouver la poſition; & pour en déterminer la groſſeur plus exactement, on la tiendra d'abord plus groſſe, afin de la diminuer, s'il en eſt beſoin, après qu'on l'a préſentée attachée ſur la ſurpriſe & paſſant par le trou du limaçon, pour faire détendre l'étoile : on donnera à la tête de la vis la hauteur requiſe, pour qu'elle affleure bien juſte le deſſus de l'étoile; on polira cette tête, on la coupera en conſéquence, on en fendra la tête, & on la mettra ſur la ſurpriſe; on coupera le bout de la vis à fleur du deſſous de la plaque de la ſurpriſe : on chaſſera à force, par le deſſous du limaçon, une cheville qui ſaillira en deſſus de l'épaiſſeur de la plaque de la ſurpriſe : on fera entrer le trou de la ſurpriſe fait en *v* ſur cette cheville; on appliquera le petit canon qui recouvre la ſurpriſe pour la retenir : alors on placera le limaçon ſur ſon quarré, & on fera détendre l'étoile; à cet inſtant on marquera ſur le bord de la plaque le bout *k* du doigt, par un petit trait de lime : on prendra le compas; & avec l'ouverture *i k*, on tracera le devant *h s* de la ſurpriſe, que l'on reculera de $\frac{1}{4}$ de ligne de plus que le trait de lime. On auroit pu ſe regler, pour tracer le devant de la ſurpriſe, ſur celui du limaçon des quarts; mais ſi, en plaçant la vis *c*, on eût un peu trop fait reculer le devant *h s*, on corrigeroit l'erreur par cette précaution; cela fait, on marquera tout au tour le deſſous de la plaque de la ſurpriſe, le contour du limaçon, avec une pointe aigue comme celle d'une aiguille, & on limera la ſurpriſe ſelon la figure *h c s*, en ménageant le devant, qui doit être limé bien juſte, ſelon le trait de compas *h s*; on fera l'ouverture *v* pour le jeu de la ſurpriſe; on obſervera, pour cela, que lorſque la dent de l'étoile retombe ſur le derriere de la vis, elle doit faire avancer la ſurpriſe, indépendamment du limaçon qui doit être ſuppoſé fixé; ainſi le côté *v* du trou ne doit pas être aggrandi; mais l'ouverture doit être faite au contraire de *v* en 1 de la quantité requiſe, pour que la dent ceſſe d'agir ſur le derriere de la vis, & que le ſautoir ait repris ſon repos.

1123. Pour achever tout ce qui concerne les effets de la cadrature, il faudra remonter tout le rouage de répétition, les baſcules, les verges de marteau : on mettra des goupilles à la cage, & de l'huile aux pivots : on mettra en cage la roue de renvoi & le limaçon, la poulie & la piece des quarts avec le doigt & les reſſorts: en cet état, on déterminera la poſition des chevilles attachées à la poulie, pour qu'elles arrêtent alternativement le rouage: 1°, Immédiatement après que l'heure eſt frappée, ce qui doit arriver lorſque le bras *k* de la piece des quarts poſe ſur le bord *h* du limaçon: 2°, auſſi-tôt après que le premier quart eſt frappé, ce qui doit arriver lorſque la piece des quarts poſe ſur le degré du limaçon qui eſt marqué par 1, & ainſi de ſuite, juſqu'au troiſieme quart.

1124. Pour trouver la poſition de ces chevilles, il y a deux choſes à conſidérer: 1°, la diſtance où elles doivent être du centre de la poulie, pour ne pas arcbouter contre le bout *q* du doigt, à meſure que la poulie avance: & la ſeconde, ce ſont leurs poſitions plus ou moins avancées ſur les cercles ſur leſquels on conçoit que ces chevilles doivent être placées, pour arrêter la poulie immédiatement après que les marteaux, ou ce qui revient au même, les tiges qui les repréſentent ont frappé l'heure, ou bien l'un ou l'autre des quarts.

1125. Pour trouver la premiere de ces poſitions, on placera ſous la roue de renvoi *S* (*fig.* 3), une carte pliée, afin de la faire tourner à frottement, & pour que le limaçon des quarts s'arrête au point que l'on veut; on fera tourner ce limaçon juſqu'à ce que ſon bord *h* ſe trouve ſitué ſous le bras *k* de la piece des quarts: alors on marquera ſur la poulie, en dehors du bout *q* du doigt, un petit trait; on fera avancer le limaçon des quarts juſqu'à ce que le premier degré 1 ſoit ſous le bras *k*; on marquera ſur la poulie un quart de ligne en dehors du derriere du bout *q* du doigt, un autre petit trait; on en fera autant pour le ſecond degré & pour le troiſieme: on mettra la poulie ſur un arbre liſſe, on la mettra ſur le tour, pour faire paſſer par ces marques faites à la poulie, des petits traits de burin qui formeront des cercles, ſur leſquels les chevilles devront être poſées.

1126. Pour trouver l'endroit de la circonférence de ces cercles, où il faut placer les chevilles, on commencera par la premiere, qui eſt celle qui doit arrêter après que l'heure eſt frappée; on avancera, pour cela, le limaçon des quarts, pour amener le bord *h* ſous le bras *k*: on fera frapper les heures juſqu'à la derniere qui précede les quarts: on prendra une pointe ronde comme le bout d'un alaiſoir, qui auroit $\frac{1}{3}$ de ligne de groſſeur; on poſera cette pointe ſur le premier cercle, & on l'avancera ſur le dehors du doigt juſqu'à ce que la pointe *q* appuye contre le pignon; on appuiera la pointe, afin de marquer un petit point en cet endroit: on fera rétrograder la poulie, pour qu'elle faſſe remettre en priſe la baſcule des heures avec la roue de chevilles; on fera avancer la poulie en même-temps qu'on tiendra la pointe ſur le point marqué, & juſqu'à ce que la derniere heure ait frappé: ſi la pointe arrête immédiatement la poulie, & par conſéquent le rouage, c'eſt une preuve qu'elle eſt bien marquée; ſinon, on la reculeroit en ſuppoſant que la baſcule n'ait pas encore échappé de deſſus la derniere cheville des heures, ou ſi la poulie continuoit encore à tourner un peu après que la derniere heure eſt frappée, il faudroit avancer la pointe en conſéquence, & on marquera fortement ce point.

1127. Pour placer la ſeconde cheville, qui eſt pour le quart, on fera avancer le premier degré du limaçon ſous le bras *k* de la piece des quarts: on placera la pointe ſur le ſecond cercle, & on l'avancera, pour qu'en faiſant tourner la poulie, cette pointe faſſe appuyer le bout dû doigt contre le pignon, immédiatement après que le quart a frappé, & ainſi de ſuite pour les autres chevilles.

1128. On percera, par les points marqués, des trous pour les chevilles, qui ſoient de même groſſeur que la pointe dont on s'eſt ſervi pour les marquer, c'eſt-à-dire, de $\frac{1}{3}$ de ligne: on percera ces trous à travers l'épaiſſeur de la poulie, afin que ſi l'on venoit à caſſer une cheville dans ſon trou, on pût la retirer en la repouſſant par-deſſous: on chaſſera des chevilles d'acier, (ou des aiguilles revenues bleues) dans ces trous, & on vérifiera ſi elles ſont bien poſées, en faiſant tourner la poulie comme on a fait pour les marquer: ſi elles étoient un peu trop préciſes, enſorte que les bras des baſcules n'échappaſſent pas des chevilles en même-temps que les chevilles de la poulie arrêtent le rouage; dans ce cas, on pourroit limer un peu le dehors du doigt, où la cheville trop juſte appuie actuellement; & ſi le doigt étoit trop large en dedans, enſorte qu'il ne pût pas paſſer entre les chevilles 2, 3 ou 3, 4, on le limeroit en dedans, pour le rendre aſſez étroit.

1129. Venons actuellement à la maniere dont il faut marquer le limaçon des heures. On commencera par mettre en place le rateau, & à le faire engrener convenablement avec le pignon, pour qu'après que les trois quarts ont frappé, le pignon amene le rateau, enſorte que l'engrenage ſe faſſe avec les premieres dents du côté du bout *b*, & qu'en rétrogradant la poulie, pour que les douze chevilles des heures ayent renverſé les baſcules, le pignon avance le rateau, afin que l'engrenage ſe faſſe ſur les dernieres dents du rateau ſituées vers le bout *R*; en un mot, il faut que l'engrenement du rateau avec le pignon ſe faſſe de maniere que la roue de cheville puiſſe faire une révolution qui commence par faire frapper les douze heures, & finiſſe après que les trois quarts ſont frappés: on fera donc correſpondre les dents du rateau en conſéquence, en l'avançant ou reculant, ſelon qu'il en ſera beſoin: lorſqu'on aura trouvé ce point, on fera un repaire, en marquant avec un foret aigu un point ſur une dent du pignon, & de même entre les deux dents du rateau, qui correſpondent à celle du pignon.

1130. Le repaire du rateau & du pignon étant fait, on mettra *en place* l'étoile, le tout-ou-rien & le ſautoir avec leurs reſſorts: on rétrogradera la poulie, & on accourcira le bras *b* juſqu'à ce qu'en appuyant ſur le bord de la plaque qui doit former le limaçon des heures, la baſcule des heures ne faſſe qu'échapper de deſſus la cheville des heures, qui précede celles des quarts, enſorte que ſi l'on fait tourner la poulie en avant, elle faſſe frapper un coup qui repréſentera une heure: or il faut, pour que l'opération ait été bien faite, que la preſſion du rateau ſur le limaçon ait fait parcourir l'intervalle donné par l'ouverture *y*, & qui produit l'effet du tout-ou-rien: ainſi, avant que de raccourcir le bras *b*, & pour le faire ſans tâtonner, au lieu de faire appuyer le reſſort *d y* du tout-ou-rien par-deſſus, on le fera preſſer en deſſous de la cheville; on le pliera, pour cet effet, un peu du côté contraire, enſorte que cela écartera le tout-ou-rien de la cheville *o*, comme le feroit la preſſion du rateau; & même pour le retenir plus ſûrement écarté, il eſt à propos de fixer ſur la platine, une forte cheville ſur le bord ſuperieur du tout-ou-rien, & qui retienne celui-ci écarté de *o* pendant tout le temps qu'on marquera le limaçon; cela fait, on fera rétrograder la poulie, & on fera fléchir un peu le bout du bras *b* du rateau, pour qu'il paſſe par-deſſous le limaçon des heures, & on fera rétrograder la poulie, juſqu'à ce que la baſcule des heures n'ait fait qu'échapper de la cheville des heures, qui précede celles des quarts, & s'y ſoit engagée, pour faire frapper un coup pour une heure; dans le moment on marquera, par le bord du limaçon, un petit trait ſur le bras *b*; ce trait marquera l'endroit où il faut le couper pour faire répéter une heure; on accourcira donc le bras du rateau juſqu'à ce trait: on remettra le rateau à ſa place & à ſon repaire; on rétrogradera la poulie, afin de voir ſi l'on a bien opéré; on le raccourcira, ſi on ne l'a pas aſſez limé; & s'il l'eſt trop, on l'alongera.

1131. Cela étant ainſi préparé, on marquera le limaçon des heures de la maniere ſuivante: on fera rétrograder la poulie, & on élevera le bout du rateau, afin de le faire paſſer par-deſſus la plaque du limaçon; dès que le bout commencera à anticiper un peu ſur le limaçon, on fera avancer doucement le rateau, afin de ſaiſir l'inſtant où la baſcule des heures échappe de deſſus la ſeconde cheville; dans ce moment on arrête la poulie, & avec une lime angulaire

angulaire & mince, on marquera ſur la plaque du limaçon, un petit trait, en ſe réglant bien juſte ſur le bout *b* du rateau ; ce trait déſignera l'enfoncement du ſecond degré, & formera la deuxieme heure.

1132. REMARQUE. Pendant qu'avec une main on trace ce trait, de l'autre on aſſujettit la poulie à reſter immobile afin de marquer le trait bien juſte, ce qui eſt très-eſſentiel : mais comme pendant cette opération, rien n'empêche l'étoile de tourner, ce qui eſt un obſtacle pour tracer le trait, puiſque la lime angulaire entraîne le limaçon ; il eſt à propos, pour prévenir cette difficulté, de percer un trou pour une cheville, en deſſous de *M* du valet, enſorte que celui-ci ne puiſſe pas s'écarter de l'étoile, & alors le limaçon reſtera immobile. Nous inſiſtons ſur toutes ces attentions, car elles ménagent beaucoup le temps ; puiſque, par elles, on fait l'ouvrage à coup ſûr, & ſans être obligé de recommencer. Pour en juger, il ne faut qu'obſerver, par rapport à l'opération actuelle, qu'elle deviendroit très-longue, ſi, après avoir taillé le limaçon, on avoit enfoncé un des degrés plus qu'il ne faut : car on feroit forcé d'alonger le bras du rateau & de renfoncer tous les autres degrés en raiſon de l'alongement du bras : on préviendra ces doubles opérations par les regles que nous preſcrivons.

1133. Pour revenir à notre limaçon, on fera enſuite avancer le rateau par la poulie ; & auſſi-tôt que la baſcule aura échappé de deſſus la troiſieme cheville, on marquera un trait par le bout du rateau ; ce trait déſigne l'enfoncement pour la troiſieme heure : on marquera ainſi de ſuite tous les enfoncements des degrés qui doivent former le limaçon, juſqu'à ce que les douze chevilles aient alternativement renverſé la baſcule des heures, pour la mettre en priſe avec les chevilles.

1134. Quand cela ſera fait, on ôtera la cheville qui arrête le valet ; on prendra le compas ayant ſa tête à champignon (& la pointe angulaire propre à couper, en faiſant un trait fin) que l'on poſera ſur la pointe de la broche *u* du rateau; on donnera au compas l'ouverture *b n* du dehors du bout du rateau, & $\frac{2}{12}$ de ligne de plus; on appuiera la main ſur le valet, pour empêcher l'étoile de tourner, & on tracera un trait de compas ſur la plaque du limaçon, qui commencera le plus près qu'il ſera poſſible du centre; & en allant à la circonférence, on fera avancer l'étoile d'une dent, & on fera un trait de compas de la même maniere; & ainſi de ſuite, juſqu'à ce que l'étoile ait fait un tour, & que la plaque du limaçon ſoit diviſée en douze parties, (nombre des dents de l'étoile, & des heures que le limaçon doit contenir).

1135. REMARQUE. Les traits marqués pour les enfoncements des degrés, ſe trouveront ſur le bord d'un des traits de compas, qui va du centre à la circonférence; on pourra le prendre pour en former le devant *L* du limaçon: or, pour juger ſi, lorſque le limaçon eſt prêt à paſſer des douze heures à la premiere, par le mouvement du limaçon des quarts & de l'horloge; pour juger, dis-je, ſi dans cette poſition on venoit à tirer le cordon, le devant *L* du limaçon n'empêcheroit pas le bras du rateau de deſcendre au fond du limaçon; on fera parvenir l'étoile dans cette poſition, (c'eſt-à-dire, la pointe de la dent ſur l'angle du ſautoir) & on verra ſi la partie *n* du bras n'anticipe pas ſur le trait qui déſigne le devant *L*; ſi cela étoit, ce ſeroit une marque que le bout *b n* du rateau eſt trop large; & dans ce cas, il faudroit l'étrécir en dehors devers *b*, de toute la quantité dont la partie *n* anticiperoit ſur le devant *L* du limaçon; enſuite il faudroit tracer de nouveaux traits de compas ſur le limaçon, en ſe réglant pour cela ſur le bout entaillé *b*: mais on peut prévenir de retracer à deux fois ces traits, qui vont du centre à la circonférence, en étréciſſant le bras *b*, lorſqu'il eſt mis de longueur, & avant de marquer les enfoncements: or, pour le mettre de largeur, on ſe ſervira de la méthode que nous venons d'indiquer.

1136. On démontera le tout-ou-rien, & on ôtera la plaque du limaçon de deſſus l'étoile; & par les traits qui marquent les degrés d'enfoncement du limaçon, on tracera des portions de cercle concentriques à la plaque.

1137. Pour former ces portions de cercle, on fera attention que le limaçon tourne de *L* en *F*, & que par conſéquent le bord *L* de la plaque repréſentant le degré d'une heure, le degré pour la deuxieme heure doit être vers deux, & ainſi de ſuite, en ſe rapprochant du centre juſqu'à l'enfoncement de la douzieme heure. On prendra donc un compas, dont une pointe poſera ſur le trou de la plaque, & l'autre aura pour ouverture, & très-exactement, la diviſion du degré le plus prochain du bord; on tracera donc la portion de cercle 2, dont la longueur ſera limitée par les traits de compas, qui repréſentent le chemin du rateau, & qui vont de la circonférence au centre : cette portion de cercle tracée, on changera l'ouverture du compas auquel on donnera celle qui eſt marquée par le ſecond trait fait à la plaque; on marquera le degré 3 formé par une portion de cercle, & réglé par les diviſions de la plaque : on tranſportera ainſi de ſuite les enfoncements des degrés du limacon, juſqu'à la douzieme heure.

1138. Le limaçon étant ainſi tracé, on le découpera ſelon ſes traits, en ſe ſervant pour cela d'une petite ſcie étroite, & faite avec du reſſort de montre; & pour le terminer ſelon les traits, on le fera à la lime, & avec beaucoup de précaution, en ſuivant très-exactement les enfoncements déterminés par les portions de cercle, & par les traits de diviſion qui les bornent, & juſqu'à ce que l'on ait atteint les traits du compas : alors on adoucira avec une lime à arrondir, les degrés & leurs côtés; on attachera le limaçon ſur l'étoile, & on la remettra en place avec le valet & le tout-ou-rien : on mettra le rateau à ſon repaire.

1139. Pour vérifier ſi l'on a bien opéré, on s'y prendra de la même maniere que l'on a fait pour en tracer les enfoncements, c'eſt-à-dire, qu'on fera avancer le deuxieme degré du limaçon, pour l'amener devers le bras; on rétrogradera la poulie, & on verra ſi, en même-temps que le rateau eſt arrêté par le deuxieme degré du limaçon, la baſcule échappe de la deuxieme cheville : ſi cela eſt, le pas eſt bien fait ; on paſſera au troiſieme ; & on verifiera la même choſe, & ainſi de ſuite, juſqu'au douzieme (je ne parle pas du premier pas 1, puiſqu'il n'a pas changé, étant formé par le bord même du limaçon ſur lequel on s'eſt réglé pour mettre le rateau de longueur (1130) ; ainſi il eſt tel qu'on l'a fait. S'il y avoit des pas qui ne fuſſent pas tout-à-fait aſſez enfoncés, on les marqueroit, on démonteroit le limaçon, & l'on traceroit de nouveaux traits de compas pour les renfoncer.

1140. Quand on aura ainſi vérifié le limaçon par cette méthode, on ôtera la cheville qui écarte le tout-ou-rien ; on remettra le reſſort en action, & de maniere à produire ſon effet (1117), c'eſt-à-dire, de ramener le tout-ou-rien, après que la cheville *o* l'a écarté : alors on verra ſi, en rétrogradant la poulie, les chevilles de la roue ayant amené la cheville *o* de la baſcule, pour mettre les baſcules hors de priſe des chevilles, auſſi-tôt que le rateau preſſe le limaçon, & fait écarter le tout-ou-rien, cette cheville *o* ſe dégage du bout du tout-ou-rien : ſi elle y reſtoit, ce ſeroit une marque que le derriere de la levée *m* des heures (*fig.* 1) eſt arrêté ſur une cheville, & que par conſéquent le degré, ſur lequel le rateau appuie, eſt trop enfoncé ; & qu'après que la baſcule a échappé de deſſus la cheville correſpondante au pas du limaçon, le rateau & la roue ont encore fait un petit chemin, enſorte que la cheville ſuivante eſt en action pour renverſer de nouveau la levée : effet très-dangereux, & qui eſt capable, quand il ſe trouve dans une répétition, de faire tout caſſer ; car lorſqu'on a tiré, & que la piece ne répete pas, ſi l'on tire plus fort, & plus on tirera, moins la cheville de la baſcule tendra à redeſcendre ; & par conſéquent la piece ne ſonnera point. Le tout-ou-rien eſt très-utile ; mais il eſt aſſez difficile de lui faire remplir ſes effets : pour parer à ce défaut, il ne faut pas que la levée *a* (*fig.* 8) ſoit trop large : car dans ce cas, immédiatement après qu'elle a abandonné une cheville, elle poſe ſur la ſuivante, au lieu que ſi elle eſt étroite, la roue peut encore un peu rétrograder ſans que la cheville tende à renverſer la baſcule; ainſi les petites inégalités du limaçon n'influeront point ſur l'effet du tout-ou-rien: on pourra donc, ſi la levée eſt trop large, en ôter du derriere; mais dans ce cas, on ſera peut-être obligé de courber un peu la cheville *o*, parce qu'en rétrogradant la poulie, il pourroit fort bien arriver que l'action des chevilles de la grande roue ſur le derriere de la baſcule, ne fût pas capable d'amener la cheville *o* juſqu'à l'angle du tout-ou-rien; enſorte que cette baſcule retomberoit ſans s'être arrêtée ſur le bout du tout-ou-rien: ſi, après avoir touché aux baſcules, le tout-ou-rien ne faiſoit pas ſon effet, & par les mêmes cauſes; alors il faudroit alonger le bras du rateau, afin de le faire convenir au pas du limaçon que l'on a trop enfoncé; & les autres qui étoient juſtes auparavant, il faudra les renfoncer les uns après les autres, & toujours exactement ſelon le trait du compas; parce qu'on voit que dans ce cas, l'enfoncement eſt égal dans toute la longueur du degré, & qu'à meſure que la cheville du limaçon des quarts fait avancer l'étoile, pour faire changer de degré au limaçon des heures, la piece répete toujours la même heure, quoique le rateau ne poſe pas ſur le même endroit du degré.

1141. Il faut auſſi avoir grande attention à conſerver la longueur des degrés, & ſelon les regles que nous avons preſcrites pour les tracer; car ſi on les tenoit plus courts, il arriveroit que, lorſque l'étoile eſt prête à changer d'heure, ſi on tiroit le cordon, le rateau viendroit appuyer ſur le pas qui doit correſpondre à l'heure ſuivante, enſorte que l'horloge répeteroit une heure de plus que celle qui ſeroit marquée ſur le cadran.

1142. Quand on aura terminé le limaçon, il ſera à propos de le *croiſer*, comme on le voit dans la figure, afin de ne lui laiſſer que la matiere néceſſaire, & encore pour le mettre d'équilibre, enſorte qu'il n'exige pas plus de force en un point de ſa révolution qu'en un autre, pour être retenu par l'action du valet ſur l'étoile.

1143. Nous ſommes parvenus à expliquer comment on doit faire produire les effets à la cadrature de la répétition : il nous reſte maintenant à parler des *ajuſtements* des marteaux & du timbre, de l'ajuſtement du mouvement pour l'attacher dans ſa boîte, de la plaque du cadran, de l'ajuſtement des aiguilles, &c ; en un mot, de ce que les Artiſtes appellent l'*Emboîtage du mouvement* ; enſuite nous finirons par la maniere d'exécuter l'échappement, & ce qui concerne le régulateur ; & de raſſembler toutes les parties de l'Horloge, pour leur donner le mouvement.

V. *De l'Emboîtage du Mouvement.*

1144. Nous avons ſuppoſé que le mouvement de cette Horloge doit être placé dans une boîte à cartel ; ainſi il eſt à propos d'expliquer la diſpoſition que l'on doit donner aux parties de cette boîte, ſur leſquelles on attache le mouvement.

1145. Dans un petit cartel, on doit tenir le cadran le plus grand qu'il ſe peut, par la raiſon que la grandeur de l'ouverture de la boîte, pour y placer le mouvement, dépend de celle du cadran ; & que pour plus de facilité d'exécution & de ſolidité, il faut que le mouvement ait une certaine grandeur.

1146. La lunette qui porte le cryſtal pour recouvrir le cadran, & le garantir de la pouſſiere & des accidents, eſt un cercle de cuivre tourné, qui tient par le moyen d'une charniere à un autre cercle de cuivre, plus large & plus ſolide, & qui eſt auſſi tourné : ce cercle, qu'on appelle la *Batte*, s'attache au cartel, au moyen de quatre fortes vis : c'eſt ſur la batte que ſe fixe le mouvement de l'Horloge : l'ouverture de la batte doit être la même que celle de la lunette, & par conſéquent, la même que celle du cadran.

1147. En dehors de l'ouverture de la batte, & ſur le milieu de ſon épaiſſeur eſt faite une retraite, dans laquelle doit ſe loger une plaque qui doit porter le mouvement de l'Horloge: la lunette doit être creuſée en deſſous de quelques lignes, afin qu'elle ſoit élevée au-deſſus du cadran, pour laiſſer de la place pour les aiguilles: cette lunette porte un drageoir, dans lequel on fait entrer le cryſtal à force.

1148. Pour fixer le mouvement de l'Horloge dans une boîte à cartel, on attache une plaque de laiton ſur la batte, (on l'appelle *la fauſſe plaque*), au moyen de quatre vis taraudées dans l'épaiſſeur de la retraite de la batte; & le mouvement tient à cette plaque, au moyen de quatre piliers (qu'on appelle *faux-piliers*) fixés à la plaque, & dont les pivots entrent dans les trous faits à la platine des piliers: les bouts de ces pivots ſont ſaillants en dedans de la platine, à fleur de laquelle ils ſont goupillés, enſorte que le mouvement devient par-là fixé très-ſolidement après la boîte.

1149. La hauteur des faux-piliers de la plaque qui attache le mouvement, dépend de la profondeur de la boîte, de la hauteur du mouvement, de celle de la cadrature, & de l'élevation des roues de cadran; & c'eſt pour ces conſidérations que, lorſque l'on monte la cage, il eſt à propos de proportionner la hauteur des piliers à celle de la profondeur de la boîte, où ce mouvement doit être placé; il en eſt de même de la hauteur de la cadrature & des roues de cadran. Si donc on ſuppoſe que la profondeur de la boîte eſt de trois pouces $\frac{1}{2}$; comme la cage du mouvement a 17 lignes de haut, en y comprenant l'épaiſſeur des platines: que la cadrature eſt élevée de ſix lignes; qu'il faut environ 6 lignes pour le jeu du pendule; que le timbre devra avoir environ douze lignes de hauteur, & enfin que la hauteur du pont de la roue de renvoi, eſt de cinq lignes; on trouve en tout quarante-ſix lignes, c'eſt-à-dire, quatre lignes de plus que la profondeur de la boîte: pour regagner ces quatre lignes, il faudra employer un timbre plus bas, & donner moins de hauteur entre le timbre & la cadrature pour le jeu du pendule: on ne pourra donc donner aux faux-piliers, que la hauteur du coq de la roue de renvoi; s'il étoit néceſſaire, on pourroit les tenir plus bas; car on pourroit percer la fauſſe-plaque, pour loger le bout du coq de renvoi dans ſon épaiſſeur; mais il faut obſerver que cela ne pourroit ſe faire que dans le cas où l'on emploieroit un cadran convexe, comme ſont ceux d'émail; car ſi l'on faiſoit un cadran plat, le canon de la roue de cadran deviendroit très-court, enſorte qu'il ſeroit ſujet à vaciller ſur ſon pont, & qu'il n'y auroit pas de canon pour ajuſter l'aiguille des heures; mais comme rien n'oblige à tenir les piliers plus bas que le coq de renvoi, on leur donnera cinq lignes de hauteur; & nous ſuppoſons que l'on mettra un cadran d'émail convexe.

1150. Pour faire la fauſſe-plaque, on prendra du laiton qui ait $\frac{3}{4}$ de ligne d'épaiſſeur, & que l'on écrouira; enſuite on percera dans ſon milieu un petit trou, pour y poſer la pointe du compas à couper; on coupera la plaque au compas, de la grandeur de la retraite pratiquée à la batte, pour y loger cette fauſſe-plaque; cette retraite doit être d'environ trois lignes plus grande que l'ouverture de la batte autour de laquelle elle regne; & comme on a fait les platines du mouvement de la même grandeur que cette ouverture de la batte (712), il ſuit de-là, que la fauſſe-plaque ſera plus grande de ſix lignes que les platines; ainſi elle aura quatre pouces & demi, ou environ; c'eſt par cet excédent de la plaque, qu'elle eſt retenue ſur le bord de la batte, par quatre vis: on fera entrer bien juſte la fauſſe-plaque dans la retraite de la batte; on percera les trous pour les vis à égale diſtance l'un de l'autre, & on les placera de ſorte que les deux qui ſont au haut, ſoient également éloignés du point qui repréſente le midi, ou le milieu du haut de la boîte, afin de réſerver cette place pour l'avance & le retard (120); on percera les vis le plus près du bord de la plaque qu'il ſe pourra, afin que les têtes des vis ſoient cachées & recouvertes par la lunette; on fera ces vis, dont la groſſeur pourra être de $\frac{3}{4}$ de ligne, & la tête petite (comme de $\frac{5}{4}$ de ligne), afin de ne pas anticiper ſur la place du cadran, & être moins expoſées à être vues ; on leur donnera plus de hauteur, pour que le tourne-vis ait de la priſe ; car les têtes de vis, lorſqu'elles ſont minces, *ne valent rien.*

1151. La plaque étant attachée ſur la batte, & celle-ci ſur le cartel, on prendra une regle bien droite, que l'on fera paſſer par le milieu du trou de la fauſſe-plaque, & de ſorte qu'elle partage le cartel, afin de tracer ſur la fauſſe-plaque la ligne d'aplomb par laquelle le midi & les ſix heures du cadran doivent paſſer. Cette ligne étant tracée fort juſte, avec une pointe fine, on ôtera la fauſſe-plaque de deſſus la batte.

1152. On marquera, avec une pointe, le nombre 12 au haut de la ligne, afin de déſigner l'endroit où doit être placé le midi ſur le cadran, & pour reconnoître le dehors de la fauſſe-plaque ; & comme il eſt néceſſaire que cette même ligne d'aplomb ſoit marquée en dedans de la fauſſe-plaque, & bien juſte ; on fera à chaque extrémité de la ligne, à travers l'épaiſſeur de la plaque, un trait de lime angulaire, qui marquera les points du dedans par leſquels on doit tirer la ligne.

1153. Pour faire les faux-piliers, on prendra un bout de fil de laiton qui ait environ trois lignes $\frac{1}{2}$ de groſſeur, & aſſez long pour y former les quatre piliers avec leurs pivots, c'eſt-à-dire, d'environ trois pouces $\frac{1}{2}$; on l'écrouira, on le tournera rond, & on formera les pivots auxquels on donnera deux lignes de diametre : chaque pilier aura deux pivots d'inégale longueur ; l'un propre à être rivé ſur la fauſſe-plaque, & l'autre aſſez long pour traverſer la platine des piliers, & être ſaillant d'une ligne, afin d'être percé d'un trou à travers, pour mettre une goupille ; c'eſt ce pivot qui doit être un peu en pointe, & arrondi par le bout : on donnera la même hauteur (cinq lignes) à ces piliers, au moyen du maître-danſe : quand on les aura tournés, on les adoucira avec une lime carrelette, & les longs pivots avec une lime à arrondir ; & pour achever de les adoucir, on prendra du bois blanc, & de la ponce broyée avec de l'huile ; on les coupera enſuite avec le burin pour les ſéparer, enſorte qu'ils ſeront prêts à river ſur la fauſſe-plaque.

1154. Lorſqu'on aura fait les piliers, on percera les trous de leurs pivots dans la platine des piliers : on obſervera que pour avoir la facilité d'ôter & de mettre les goupilles qui fixent la platine avec les faux-piliers, il faut les placer près du bord de la platine ; d'ailleurs, par cette diſpoſition ils ſoutiendront plus ſolidement le mouvement, parce qu'ils ſeront plus éloignés entr'eux. Pour trouver la place où l'on doit percer les trous des faux-piliers, il ſera à propos de remonter toutes les pieces qui ſe placent dans la cage ; près des bords, afin de ne pas les placer de façon à nuire à ces pieces, ni de maniere qu'on ne puiſſe pas mettre les goupilles, lorſque tout le mouvement ſera raſſemblé, & qu'on l'attachera ſur la fauſſe-plaque. On percera donc ces trous en *S*, *K*, *I*, *Q* (*fig.* 1) ; & pour placer la goupille du pivot qui paſſe en *I*, on ſera obligé de faire une rainure ſur le bord de la platine, afin de faire paſſer cette goupille ſous le reſſort de marteau *P* : pour percer ces trous, on ſe ſervira d'un foret un peu plus petit que les pivots des faux-piliers.

1155. On ôtera de deſſus le dehors de la platine des piliers (*fig.* 3), toutes les pieces qui y ſont attachées ; on tirera une ligne qui paſſera par le centre de la roue de longue tige, & par le milieu du trou du barrillet ; & qui, par conſéquent, paſſera par le milieu des trous des roues de champ & d'échappement (718) ; on marquera ſur le bord ſupérieur *V* de la platine, & à travers ſon épaiſſeur, un petit trait qui correſponde parfaitement avec l'extrémité de la ligne que l'on a tracée ; ce trait & le haut de la ligne repréſenteront le point de la platine qui doit être placé dans la ligne d'aplomb ou de midi de la fauſſe-plaque.

1156. Cela étant ainſi préparé, on aggrandira le trou du centre de la fauſſe-plaque, pour qu'il ſoit juſte de la même groſſeur que celui du pivot de longue tige de la platine des piliers ;

on appliquera le dedans de la fauſſe-plaque contre le dehors de la platine des piliers ; & pour les centrer parfaitement, on fera entrer un arbre liſſe dans leurs trous du centre ; on fera correſpondre le trait fait ſur l'épaiſſeur de la platine, avec le haut de la ligne d'aplomb de la fauſſe-plaque ; alors on prendra des tenailles à vis, pour fixer enſemble la fauſſe-plaque & la platine ; & en cet état, on percera à la fauſſe-plaque les trous des faux-piliers, que l'on avoit d'abord percés à la platine des piliers ; on ſe ſervira du même foret ; & pour que les trous coïncident parfaitement, on paſſera un équarriſſoir dans les trous de la plaque & de la platine, tandis qu'elles ſont aſſemblées par les tenailles à vis ; on démontera la fauſſe-plaque, & on ajuſtera les faux-piliers deſſus, en aggrandiſſant pour cela les trous, juſqu'à ce que les courts pivots qui doivent s'y river y puiſſent entrer ; après quoi, on aggrandira de même les trous de la platine des piliers, & en obſervant de faire correſpondre chaque faux-pilier avec le trou ſur lequel il eſt ajuſté à la fauſſe-plaque ; & pour ne pas s'y tromper, on pourra faire des repaires de la maniere que nous l'avons expliqué pour la cage du mouvement (746), afin de ne pas aggrandir un trou pour l'autre ; car cela donneroit de l'embarras, ſi les pivots n'étoient pas parfaitement de la même groſſeur.

1157. On limera les bavures des trous de la platine des piliers, on en fera de même à ceux de la fauſſe-plaque ; on mettra ces trous en chanfrein du côté du dehors de la plaque, qui eſt celui où ils doivent être rivés.

1158. Pour river les faux-piliers, on les mettra en leur place ſur la fauſſe-plaque, & on appliquera la platine des piliers ſur les faux-piliers, ce qui formera une cage ; on prendra la même virole dont on s'eſt ſervi pour river les piliers du mouvement, & on la poſera ſur un tas ; on fera entrer le bout du pivot du faux-pilier, dans le trou de la virole, qui poſera contre le dedans de la platine des piliers ; de cette maniere, on rivera les faux-piliers les uns après les autres, en tenant cette cage fortement, & en y apportant les mêmes précautions indiquées pour la cage du mouvement (748) ; & pour que la rivure ſoit plus ſolide, il ne ſera pas néceſſaire de l'affleurer à la platine, on la laiſſera au contraire un peu ſaillante, après qu'elle aura été rebattue au marteau; parce que le cadran étant convexe, eſt fort éloigné d'y pouvoir toucher.

1159. Avant de ſéparer la fauſſe-plaque de la platine des piliers, il faudra marquer ſur la fauſſe-plaque, l'endroit du trou de l'arbre de barrillet, & enſuite il faudra percer les trous de goupilles à travers les bouts ſaillants des pivots; on prendra pour cela un foret bien en pointe, qui ait un tiers de ligne de groſſeur; on le fera bien affleurer avec la platine, afin que la goupille puiſſe ſerrer la platine contre la portée du pivot. Quant à la direction qu'il faut donner au foret, en perçant les trous de goupilles, elle n'eſt pas auſſi arbitraire qu'on pourroit ſe l'imaginer: car il faut avoir en vue 1°, de laiſſer de la priſe pour les pinces dont on ſe ſert pour ôter les goupilles, & de ne faire paſſer les bouts des goupilles ſous aucune piece qui puiſſe empêcher de les ôter; 2°, de diriger les trous des goupilles, de ſorte que quand même elles ne ſeroient pas bien chaſſées, elles ne puſſent ſortir de leur place par leur ſeule peſanteur, mais qu'au contraire elles puiſſent encore contenir le mouvement: ainſi il faut que les trous des goupilles ſupérieures *S*, *Q* ſoient dirigés en en-bas, & les trous *K*, *I* en travers, & à peu-près comme on le voit par les lignes ponctuées *I*, *K*, *S*, *Q*, (*fig.* 1) qui repréſentent la direction de ces goupilles. Puiſque nous ſommes ſur cette matiere, nous croyons devoir avertir qu'il eſt très-eſſentiel que les goupilles des faux-piliers & les piliers d'une Horloge, qui doit être tranſportée, ſoient bien faits & chaſſés à force; car j'ai vu périr pluſieurs mouvements, par le cahotage d'un long tranſport qui ayant fait ſortir les goupilles de leur place, il n'y avoit pas une piece de la machine qui ne fût tellement fracaſſée, qu'il fallut refaire d'autres mouvements.

1169. Quand on aura ôté la fauſſe-plaque de deſſus la platine des piliers, on percera le trou marqué à la plaque pour le remontoir; & pour l'aggrandir convenablement, on mettra l'arbre de barrillet en cage, afin de tirer le trou de la plaque de côté ou d'autre, juſqu'à ce que l'arbre paſſe bien dans le milieu de ce trou: comme il faut que la clef paſſe dans ce trou, il faudra l'aggrandir d'une ligne $\frac{1}{2}$ de plus (ou environ) que ne l'eſt le trou de la platine, afin qu'il reſte aſſez de matiere ſur les angles du quarré fait à la clef.

1161. On mettra en place le pont de cadran & la roue; & on aggrandira le trou du centre de la fauſſe-plaque, pour y faire entrer le canon de cette roue; on l'aggrandira même de près d'une ligne plus que la groſſeur du canon, par la raiſon que l'aiguille des heures doit être portée par un canon qui doit rouler (à frottement) ſur celui de la roue de cadran; on aura ſoin que le trou ſoit parfaitement concentrique à la roue de cadran.

1162. On tracera ſur la fauſſe-plaque un trait qui approche tout près des vis; ce trait marquera la grandeur du cadran; on le tiendra le plus grand qu'il ſe pourra, afin que le rebord de l'émail ſoit caché & recouvert par la lunette: car ce rebord eſt ordinairement noir ou verd; & pour plus de propreté, on ne doit voir que le blanc du bord du cadran.

1163. Les cadrans d'émail s'attachent ſur la fauſſe-plaque, au moyen de trois pieds ou tenons qu'ils portent: on percera donc à la fauſſe-plaque, à un pouce de diſtance du bord, trois trous également éloignés l'un de l'autre; on leur donnera une ligne de diametre.

VI. *Opérations requiſes pour exécuter un Cadran d'émail.*

1164. Quoique la maniere d'opérer pour faire un cadran d'émail, concerne plus particuliérement l'art de l'Emailleur que celui de l'Horloger, nous ne laiſſerons pas d'en décrire les principales opérations, pour en donner une notion à ceux qui deſireront eſſayer d'en faire uſage, pour faire eux-mêmes tout ce qui concerne le mouvement de l'Horloge; mais il eſt bon de les prévenir que tout ce que nous dirons là-deſſus, ſera très-abrégé, car cette matiere ſeule exigeroit un ouvrage particulier, & pluſieurs Planches.

1°. *Faire la Plaque du Cadran.*

1165. Pour faire les cadrans d'émail, on prend une plaque de cuivre rouge fort mince, à laquelle on donne la courbure que doit avoir le cadran: on a, pour cela, un morceau de bois creuſé au tour, de la courbure approchante du cadran; avec un marteau à tête, & un peu arrondie, on fait aiſément prendre la courbure à la plaque; on l'applique ſur la fauſſe-plaque, & on marque les trous des tenons percés à la fauſſe-plaque: pour faire ces tenons, on prend du fil de cuivre rouge tiré, qui ſoit de la groſſeur des trous de la fauſſe-plaque; on leve une petite portée aux bouts de ces tenons, qui ſerve d'aſſiette pour les river ſur la plaque du cadran: on perce les trous de la plaque, de la groſſeur des pivots des tenons; ces pivots ne doivent être qu'un peu plus petits que les tenons, afin d'être ſolides; quand on a rivé ces tenons, on les ſoude; on prend, pour cela, de la ſoudure faite avec du cuivre rouge & du laiton, dont le mêlange eſt à peu-près pareil à celui de nos pieces de *ſix liards;* ou, pour le mieux, on ſe ſervira de petit fil de laiton tiré; on employe du borax, ainſi que cela ſe pratique toutes les fois que l'on ſoude.

1166. Quand les tenons ſont ſoudés, on les redreſſe, pour les faire entrer dans les trous de la fauſſe-plaque; on marque le trou du remontoir fait à la fauſſe-plaque; on aggrandit le trou du centre, & de maniere qu'il coïncide avec celui de la fauſſe-plaque: pour cet effet, tandis que la plaque du cadran eſt poſée ſur la fauſſe-plaque, on rejette, avec une lime à feuille de ſauge, le trou de la plaque, juſqu'à ce qu'on voye que ce trou eſt concentrique avec celui de la fauſſe-plaque ; mais on fait cette opération avant qu'il ſoit aggrandi, parce qu'il eſt néceſſaire, pour l'amener à la grandeur du trou de la fauſſe-plaque, de ſe ſervir d'un alaiſoir que l'on fait entrer par-deſſous, & qui, en aggrandiſſant le trou de la plaque, forme par-deſſus un petit rebord qui ſert à arrêter l'émail, afin d'avoir un trou plus net ; on aggrandira, de cette maniere, le trou de la plaque, juſqu'à ce que l'alaiſoir porte dans le trou de la fauſſe-plaque : ainſi, en tenant l'alaiſoir bien perpendiculaire au plan de la fauſſe-plaque, le trou du cadran coïncidera parfaitement avec celui de la fauſſe-plaque.

1167. Pour faire le trou de quarré de remontoir à la plaque, on aura les mêmes attentions : ainſi on le mettra d'abord droit avec celui de la plaque ; & quand il le ſera (le trou étant plus petit qu'il ne faut), on prendra un alaiſoir que l'on fera entrer par-deſſous, & qui, en même-temps qu'il aggrandira le trou de la plaque, formera au-deſſus un petit rebord, pour contenir l'émail ; mais on obſervera qu'en formant ce trou, & en l'amenant à la grandeur de celui de remontoir fait à la fauſſe-plaque, que s'il n'étoit pas bien droit au-deſſus de celui de la fauſſe-plaque, lorſque l'alaiſoir touchera au trou de remontoir, les tenons fléchiroient & céderoient à l'effort de l'alaiſoir contre le trou de la plaque ; & que, par conſéquent, le trou du centre de la plaque ſe déjetteroit, & ne ſeroit plus concentrique à la fauſſe-plaque : c'eſt pour prévenir cet inconvénient, qu'il faudra faire entrer à force dans le trou du centre, ou un ſecond alaiſoir, ou un arbre liſſe, qui ſervira à retenir le trou à ſa place, en tenant cet alaiſoir ou arbre liſſe toujours droit ; mais pour arrêter la plaque plus fixement, on pincera enſemble les bords de la plaque & de la fauſſe-plaque, avec deux tenailles à vis miſes, l'une d'un côté, & l'autre de l'autre.

1168. Pour donner la grandeur requiſe à la plaque du cadran, & la rendre bien ronde, on prendra avec le compas, ayant ſa pointe à champignon, la grandeur du trait fait ſur la fauſſe-plaque, pour le bord du cadran; & avec la même ouverture de compas, on marquera ce trait ſur la plaque; on coupera l'excédent avec des ciſeaux.

2°, *De l'Email. Maniere de le préparer pour l'employer.*

1169. L'émail que l'on emploie pour nos cadrans, eſt une préparation comme du verre, auquel on a ôté ſa tranſparence, & que l'on a rendu blanc: pour *émailler* un cadran, on réduit l'émail en grains de ſable; & en y ajoutant de l'eau, on en forme une pâte, que l'on étend également ſur toute la ſurface de la plaque de cuivre rouge, & qui, miſe dans un fourneau de reverbere, ſe met en fuſion, & devient unie; c'eſt ſur cette ſurface que l'on peint les heures avec un émail noir qui ſe met auſſi en fuſion par le feu.

1170. L'émail que l'on emploie pour nos cadrans, ou tout au moins le meilleur, ſe tire de Veniſe; & il ſe vend à Paris, chez les Marchands d'outils d'Horlogerie. Il y a deux ſortes d'émail; le dur & le tendre: on diſtingue l'émail tendre du dur, en ce que le premier eſt tranſparent; & que l'autre eſt opaque; & qu'étant caſſé, il offre des pores plus unis; celui-ci eſt préférable & prend un très-beau poli; mais il faut un feu plus violent pour le mettre en fuſion.

1171. L'émail ſe vend en *pain*. Pour l'employer, on briſe ces pains en petits morceaux; & on les pile dans un mortier d'acier trempé, juſqu'à ce qu'on les ait réduits en grains bien fins & à peu-près d'égale groſſeur. Pour empêcher que les éclats de l'émail ne ſortent hors du mortier, on en recouvrira l'ouverture avec un linge propre; & on jettera dans le mortier un peu d'eau de fontaine fort claire; on réduira ainſi l'émail, juſqu'à ce qu'on le ſente ſous le doigt comme du ſable fin, car il ne faut pas le réduire en poudre.

1172. Lorſque l'émail eſt ainſi pilé, il faut le mettre dans un vaſe de verre, dans lequel on verſe de l'eau de fontaine très-claire; on remue l'émail, enſorte que cela faſſe une eau blanche; on le laiſſe enſuite dépoſer; puis on ôte l'eau en inclinant doucement le vaſe; cette eau emporte les saletés qui ſe ſont introduites dans l'émail en le broyant; on *lave* ainſi à plusieurs fois l'émail, & juſqu'à ce que l'eau reſte claire: on conſerve les parties qui reſtent dans l'eau dont on lave l'émail, pour employer au *contrémail*, c'eſt-à-dire, en deſſous de la piece qu'on veut émailler.

1173. Quand on a bien lavé l'émail, on le laiſſe dans un vaſe de verre, & on jette deſſus de l'eau forte en quantité ſuffiſante, pour qu'elle ſurnage l'émail de quelques doigts; on laiſſe pendant douze heures l'émail dans l'eau forte; on appelle cette opération *dérocher*; elle ſert à nétoyer l'émail des parties métalliques du mortier qui ſe ſont introduites dans l'émail en le broyant.

1174. Lorſqu'on a retiré l'émail d'avec l'eau forte, on le lave de nouveau avec de l'eau commune, & à pluſieurs fois, juſqu'à ce qu'il ne reſte plus d'eau forte mêlée avec l'émail, & que l'eau ſoit bien claire; alors on laiſſe cette eau ſurnager l'émail, pour le conſerver propre; d'ailleurs, pour étendre l'émail ſur la plaque, il doit être pris du vaſe dans lequel l'émail eſt encore dans l'eau.

3°. *Préparation de la Plaque du cadran, avant de la charger d'émail.*

1175. Avant de placer l'émail ſur la plaque, il faut *dérocher* cette plaque: pour cet effet, il faut la laiſſer dans *l'eau ſeconde*, (mêlange d'eau forte & d'eau commune) juſqu'à ce que le cuivre ſoit découvert, & vienne également propre dans toute ſa ſurface; alors on prendra une *gratte-broſſe*, (ſorte d'outil fait avec un faiſceau de fil de laiton) & tenant la plaque dans de l'eau commune, on *gratte-broſſera* la plaque pour ôter la croute du cuivre: cette opération de la gratte-broſſe & du dérocher, diſpoſe les pores du cuivre à recevoir l'émail, enſorte que celui-ci s'y fixe par la fuſion.

1176. REMARQUE. On n'émaille pas ſeulement le côté du cadran où les heures doivent être peintes, mais on émaille auſſi le deſſous ou côté concave ; afin que l'émail du deſſus étant fondu, ſon action ſur la plaque n'en puiſſe changer la courbure & le voiler ; on appelle cela *contrémailler* : le contrémail ſert donc à balancer l'effet de l'action du feu ſur l'émail du deſſus du cadran ; pour cet effet, on met l'une & l'autre couche de ſuite, & on les fait fondre en même-temps.

1177. On place d'abord le contrémail ; on ne prend pas pour cela l'émail pur, mais au contraire celui qu'on a tiré des *lavures*. Pour placer le contrémail, on fait entrer le trou du centre de la plaque ſur l'alézoir, en tournant le côté concave en deſſus ; & avec une *Spatule* ou lame d'acier mince & arrondie par le bout, on prend le contrémail qui eſt actuellement dépoſé au fond d'un vaſe, après avoir ôté toute l'eau qui ſurnageoit, & on l'étend ſur toute la ſurface concave de la plaque que l'on recouvre également, en ne mettant que l'épaiſſeur convenable pour cacher le cuivre ; il eſt très-eſſentiel que la couche ſoit d'égale épaiſſeur. Pour ôter une partie de l'eau contenue dans l'émail, on prendra un linge ſec & propre, que l'on poſera ſur l'émail, près du trou ; il attirera ou pompera l'eau ; mais il ne faut pas trop ſécher l'émail ; parce que pour placer l'émail du deſſus, il faut retourner la plaque, & que le contrémail pourroit tomber en *chargeant* ce côté.

1178. On retournera la plaque, que l'on mettra ſur l'alézoir ſur le trou du milieu ; on prendra de l'émail pur, & on chargera le deſſus du cadran, d'une couche bien égale, ayant attention que les bords ſoient bien recouverts, & les bords des trous entourés d'émail, afin que l'action du feu ne les brûle pas : on pompe l'eau contenue dans l'émail, en appuyant ſur le bord avec un linge ; & pour que toutes les parties de l'émail s'arrangent & ſe reſſerrent, enſorte qu'elles occupent le moindre volume, on frappe légérement l'alézoir qui ſupporte le cadran ; ce qui ébranle & arrange toutes les parties de l'émail, & fait ſortir l'eau que l'on pompe une ſeconde fois : on applanit de nouveau l'émail avec la ſpatule, ce que les Emailleurs appellent *battre* l'émail; c'eſt de cet arrangement des parties de l'émail & de l'eau qu'on en fait ſortir, que dépend le poli ou glacé du cadran; parce que l'émail en ſe fondant, ne trouvant point de cavité, conſerve ſa ſurface unie.

1179. Il eſt néceſſaire, par une ſuite du même raiſonnement, de faire ſécher le cadran avant de l'expoſer au grand feu qui doit fondre l'émail; parce que la grande chaleur feroit bouillonner l'eau, ce qui dérangeroit l'émail, & rendroit ſa ſurface raboteuſe.

1180. Pour ſécher le cadran, on le placera ſur une tôle aſſez large, que l'on poſera ſur de la cendre chaude, qui fera deſſécher l'eau inſenſiblement; pendant ce tems, on prépare le feu pour fondre l'émail, c'eſt-à-dire, pour *paſſer le cadran au feu*.

4°. *Du Fourneau.*

1181. Le Fourneau dans lequel les Emailleurs de cadrans paſſent au feu eſt pratiqué dans une cheminée, & élevé à hauteur d'appui, pour avoir la facilité d'arranger & de voir leurs pieces: ce fourneau eſt de forme quarrée, & conſtruit de briques; on réſerve au haut ſur le fond une petite ouverture, pour le paſſage de la fumée: lorſque le fourneau doit ſervir à paſſer de grandes pieces au feu, comme des cadrans d'un pied, il doit avoir près de 3 pieds en quarré, afin de contenir aſſez de charbon pour produire un feu capable de mettre l'émail en fuſion: l'ouverture du fourneau eſt fermée par en haut, par une grande piece plate de terre de creuſet, qui garantit la vue de l'ardeur du charbon; on en met de pareilles aux côtés, afin de ne laiſſer qu'une ouverture aſſez grande pour laiſſer l'entrée libre à la piece qu'on doit paſſer au feu, ce qui concentre la chaleur en dedans du fourneau; ainſi le devant du fourneau eſt formé par des pieces de rapport.

1182. Lorſqu'on doit paſſer au feu des pieces plus petites, on garnit le dedans du fourneau de plaques de terre de creuſet ; & on forme un plus petit fourneau, afin de n'être pas obligé à allumer un auſſi grand feu que pour une grande piece.

5°. De l'arrangement du Charbon & de la Mouffle.

1183. Pour que la piece que l'on veut paſſer au feu ſoit plus facilement miſe en fuſion, il faut abſolument qu'elle ſoit placée au centre d'un foyer, où toute la chaleur du feu qui doit l'entourer aille ſe réunir, car il faut qu'elle ſoit échauffée de tous les côtés ; c'eſt pour parvenir à ce but, que l'on forme dans le fourneau une petite chambre de la grandeur ſeulement requiſe, pour pouvoir y placer commodément la piece que l'on veut paſſer au feu, & que cette chambre eſt entourée de charbon de tous les côtés, à l'exception ſeulement de l'ouverture pour le paſſage de la piece.

1184. Pour former cette chambre, on ſe ſert d'une piece de terre de creuſet pliée en ceintre, & formant une voûte ; on appelle cette piece ceintrée une *mouffle* : on a des mouffles de différentes grandeurs, ſelon celles des pieces que l'on doit paſſer au feu.

1185. Avant de poſer la mouffle dans le fourneau, on commence d'abord par former le ſol ou *âtre* avec pluſieurs lits de bâtons de charbon fait de bois de hêtre : l'âtre doit être fait avec trois rangées ou lits de charbons : l'âtre étant fait, on poſera la mouffle deſſus, & on en dirigera l'ouverture ſur celle du fourneau ; on garnira le derriere ou fond de la mouffle avec du charbon mis en travers, pour boucher ce côté du ceintre : le charbon doit être arrangé avec beaucoup d'art, afin qu'à meſure qu'il ſe conſume, il ne faſſe pas déranger la chambre formée par la mouffle ; on garnira de même les côtés & le deſſus de la mouffle, avec des bâtons de charbon de hêtre bien arrangés, & on remplira ainſi de charbon tout le vuide du fourneau, qui doit être tel que le charbon qui entoure la mouffle, forme une épaiſſeur de trois à quatre pouces au moins ; alors on mettra le feu au charbon, on fermera le devant du fourneau avec les planches de terre, dont nous avons parlé, & on laiſſera le charbon s'allumer tout ſeul, & par la ſeule action de l'air, à travers les fentes des pieces de terre du devant du fourneau, & de l'ouverture même pratiquée au fourneau pour le paſſage des pieces qu'on doit paſſer au feu.

1186. Lorſque le charbon eſt bien allumé, & que le feu a acquis ſa plus grande action, c'eſt l'inſtant de *paſſer le cadran au feu* : on en juge & par la vivacité du feu & par la couleur de la mouffle, qui doit être d'un rouge blanc : alors on prend un grand ſoufflet, & on ſouffle vivement vers l'intérieur de la chambre, pour en faire ſortir les cendres ou autres parties qui pourroient s'en détacher & tomber ſur l'émail; & on ſoufflera le charbon pour l'animer encore.

1187. Pour paſſer le cadran au feu, on le poſe ſur une virole de fer, dont le bord eſt bien droit; cette virole eſt *ſoudée à chaud*, c'eſt-à-dire, par le fer même mis en fuſion; & pour que, lorſque le contrémail ſe fond, il ne s'attache pas à ce cercle, on en recouvre le bord avec du blanc d'eſpagne; ce cercle, qui s'appelle la batte, doit ſe poſer ſur une plaque de tôle, qui ſert à porter la batte & le cadran au feu, avec de longues pincettes, appellées *releve-mouſtache*, aſſez fortes pour ne pas fléchir.

1188. Pour paſſer le cadran au feu, il faut qu'il ſoit bien ſéché, & il faut le préſenter doucement à l'ouverture du fourneau, afin de l'échauffer par degrés inſenſibles, enſorte que s'il reſte encore des parties humides, elles ſe deſſéchent ſans bouillonner : cela fait, on poſe la plaque de tôle ſur l'âtre, & contre le fond de la chambre formée par la mouffle ; & on le laiſſe en repos, juſqu'à ce qu'on voye que l'émail commence à ſe mettre en fuſion ; alors on fait tourner la tôle tout doucement, afin que la chaleur, ſi elle eſt inégale, frappe également toutes les parties de la ſurface du cadran : quand on voit que l'émail eſt fondu, ce qui ſe remarque aiſément par l'émail qu'on voit s'étendre, & par l'uni que prend ſa ſurface, on le retire du feu avec précaution;

on ne l'expoſe pas tout de ſuite au grand air, mais on le tient un moment à l'ouverture du fourneau, afin qu'il perde ſa chaleur par degrés inſenſibles; car ſi l'air froid vient à frapper ſubitement & inégalement ſa ſurface, alors l'émail ſe fend & s'éclate.

1189. Lorſqu'on a ainſi paſſé le cadran à ce premier feu, on le met dans l'eau ſeconde, pour le dérocher de nouveau, avant que de le *charger du ſecond émail*: on le fait dérocher cette ſeconde fois, pour nétoyer les parties du cuivre qui excédent l'émail, vers les bords & les trous: s'il y a des endroits en deſſous du cadran qui ne ſoient pas contrémaillés, & où l'on voye le cuivre, on en remettra à ces endroits ſeulement; car on ne met qu'une couche de contrémail; enſuite, on prend de l'émail pilé plus fin que celui de la premiere couche, & préparé de la même maniere; on ôte l'eau qui ſurnage dans le vaſe, & on l'étend avec la ſpatule, & bien également ſur toute la ſurface convexe du cadran; on en pompe l'eau avec un linge, & on frappe de même l'alézoir pour ébranler l'émail, & en faire ſortir l'eau juſqu'à ce que ſa ſurface ſoit fort unie: on le fait ſécher de la même maniere que la premiere fois; on prépare un ſecond feu avec les mêmes ſoins, & on paſſe le cadran au feu, au moment que le charbon a acquis la plus grande vivacité; on le retire avec les mêmes précautions, lorſqu'on a vu l'émail entierement *parfondu*, & ſa ſurface unie & glacée.

1190. Pour que l'émail ſoit beau, & la ſurface du cadran parfaitement unie, il eſt à propos de le charger d'émail une troiſieme fois, & de le paſſer encore au feu, par la même méthode & avec les mêmes attentions: on obſervera que ſi le cadran avoit quelques bourſoufflures, il faudroit les ouvrir, & les étendre avec un burin, & les remplir d'émail pilé fin, bien battu, & qu'en ces endroits, il doit être un peu plus élevé que la couche, afin qu'étant fondu, il revienne au niveau.

1191. Le cadran ainſi émaillé, il reſtera à peindre les chiffres avec du *noir d'écaille*, qui eſt un émail tendre préparé. Mais avant de peindre le cadran, il faut le diviſer : pour cet effet, on commencera par tracer des traits fins avec le compas, dont la tête ſoit à champignon, & un crayon de mine de plomb, en place d'une des pointes : on formera d'abord un trait, qui termine le bord à la grandeur de la lunette ; un ſecond trait en dedans, pour terminer les diviſions des minutes (*Planche VII, fig.* 3); & laiſſant entre le premier un intervalle ſuffiſant pour les chiffres des minutes, on tracera un troiſieme trait, pour régler la longueur des diviſions des minutes ; & enfin un quatrieme cercle, pour régler la longueur des chiffres des heures.

1192. Pour tracer les diviſions du cadran, on pourra le faire ſur une machine à fendre, ſi on en a une; ſinon, on aura une plate-forme ou diviſeur, fait avec une plaque de cuivre, qui ait douze à quinze pouces de diametre, & dont un cercle concentrique au trou du centre de la plaque ſoit diviſé en ſoixante parties : on poſe le cadran ſur cette plaque, que l'on perce de trous propres à laiſſer paſſer librement les pieds du cadran, & de maniere à centrer le cadran ſur la plaque.

1193. Pour placer le cadran concentriquement avec le diviſeur, celui-ci porte fixement à ſon centre un arbre, dont la tige eſt taraudée, & ſur laquelle on fait entrer une virole conique, que l'on fait poſer ſur le trou du cadran, & qui l'amene au centre de la plaque, au moyen de la preſſion de l'écrou qui appuie ſur la virole conique, ce qui fixe en même-temps le cadran & l'empêche de tourner : on ſuppoſe ici, que cet arbre du diviſeur doit être tourné rond, & s'élever perpendiculairement au plan du diviſeur, & être concentrique avec lui.

1194. Pour diviſer le cadran ſelon les diviſions de la plate-forme, on ſe ſert d'une alidade faite avec une lame de reſſort mince ; un bout de cette lame entre ſur le bout de la tige de la plate-forme, & l'autre va poſer ſur le cercle de diviſion ; ainſi en arrêtant l'alidade ſur un point de diviſion, on tracera avec un crayon de mine de plomb, les diviſions des minutes du cadran, comme l'on voit (*Planche VII*, *fig.* 3). Mais auparavant de tracer ces traits, il faut avoir l'attention de tourner le point de midi, qu'on a dû marquer au bord de la plaque, par une petite entaille faite d'après le trait de midi de la fauſſe-plaque; il faut, dis-je, que ce point correſponde parfaitement avec le côté de l'alidade, lorſque celle-ci poſe ſur une diviſion du cercle partagé en ſoixante parties; ſinon, on tournera le cadran, indépendamment du diviſeur, pour l'amener à ce point.

1195. Quand on aura tracé les diviſions des minutes, on marquera un trait ſur la diviſion de midi, qui traverſe du quatrieme cercle au premier; il indiquera l'endroit où l'on doit peindre les 60 minutes & les 12 heures; on paſſera cinq diviſions, & on fera un pareil trait, pour déſigner la place d'une heure & de la cinquieme minute, & ainſi de ſuite; après cela on peindra le cadran, en ſe réglant ſur les diviſions faites au crayon.

1196. Le noir que l'on emploie pour peindre les cadrans, s'appelle noir d'écaille; le plus beau que l'on ait fait juſqu'ici, ſe vend chez M. *Gaillard*, fort habile Emailleur à Paris: cet Artiſte compoſe lui-même ce noir; c'eſt lui qui fait nos plus beaux cadrans de Pendule; il a pouſſé ſon Art de lui-même, plus loin qu'on n'avoit fait avant lui: ainſi c'eſt rendre ſervice à ceux qui peuvent avoir beſoin de ces ouvrages, que de le leur indiquer.

1197. Pour employer le noir, il faut le broyer très-fin dans un mortier d'agathe, avec de l'huile *d'aſpic*. Pour donner une idée de la fineſſe qu'il doit avoir, il faut employer au moins une demi-journée, pour en broyer un gros.

1198. Après que le noir eſt broyé, on le retire du mortier, & on en poſe une partie ſur un morceau de glace, (le reſte doit être enfermé dans un vaſe très-propre) & pour le rendre plus coulant & plus propre à être employé au pinceau, on y remet de nouvelle huile d'aſpic, que l'on broye avec une petite ſpatule d'acier.

1199. On peint d'abord, avec un petit pinceau, les traits des diviſions des minutes, & on place ce pinceau ſur le compas, pour tracer les cercles 1, 2, 3, 4; enfin on peint les chiffres des minutes & des heures.

1200. Lorſque le cadran eſt peint, on fait ſécher lentement la peinture que l'on recouvre, pour qu'il ne s'y attache aucune ſaleté; on prépare le feu dans le fourneau; on l'allume, & lorſqu'il l'eſt au point convenable, on paſſe le cadran au feu; on ne le fait pas entrer tout-à-coup, mais on l'échauffe au contraire par degrés inſenſibles, afin qu'il ne ſe caſſe pas; on le place ſur le fond de l'âtre, & on l'y laiſſe juſqu'à ce que la peinture vienne unie & glacée, de matte qu'elle étoit; on fait tourner la tôle, pour que la chaleur fonde également le noir, & ſans le brûler; on retire le cadran avec précaution, & il eſt fini.

VII. Ajuſter les Aiguilles.

1201. Quand le cadran ſera fini, on le poſera ſur ſa fauſſe-plaque, & on pliera les pieds, s'ils s'étoient courbés, & ſi l'on voyoit que le centre ne coïncidât plus avec les canons des roues de cadran, & le trou du remontoir avec le quarré de l'arbre: ces pieds ainſi dreſſés, on adoucira le bord de la fauſſe-plaque, en deſſous du bord du cadran, & le bord apparent; parce qu'il eſt inutile de limer la partie de la fauſſe-plaque, qui n'eſt point vue: cela fait, on poſe le cadran ſur la fauſſe-plaque, & on perce bien à raz le deſſous de la plaque des trous à travers les pieds, afin de les goupiller, & fixer ainſi le cadran ſur la fauſſe-plaque; mais on aura attention à ce que les goupilles que l'on emploiera ne forcent pas; car elles feroient capables de faire éclater le cadran: les trous doivent donc affleurer ſeulement avec le deſſous de la fauſſe-plaque.

1202. Pour faire les aiguilles, on prendra du laiton mince d'environ une demi-ligne d'épaiſſeur, & pour longueur de celle des heures: celle *H*, priſe du dehors du trou du cadran, juſqu'au trait *h* des heures (*Planche VII fig.* 3); & celle des minutes, depuis le dehors du même trou, juſqu'au trait de diviſion des minutes *m*; pour la largeur, approchant celle marquée par la figure : on placera ces deux plaques, on les limera, & on les dreſſera; enſuite on percera à celle des heures un trou de même groſſeur que le dehors du canon de la roue de cadran, & celle des minutes, de la groſſeur du canon de la chauſſée.

1203. Pour ajuſter les aiguilles, il faut mettre la roue de longue tige en cage, & goupiller les platines, placer la chauſſée ſur ſa tige, la roue de renvoi, & enfin le pont de cadran & la roue : on mettra enſuite la fauſſe-plaque ſur la platine; on poſera l'aiguille des heures ſur le cadran; on marquera à fleur du deſſus de l'aiguille, un trait ſur le canon de la roue de cadran, qui déſignera la hauteur où doit s'élever le deſſus de l'aiguille des heures; on mettra la roue de cadran ſur un arbre liſſe, & on reculera l'aſſiette de la roue autant qu'il ſe pourra, pour ne pas l'affoiblir : on coupera le canon au-deſſus du trait marqué, & on diminuera ce canon, pour ne lui laiſſer qu'un tiers de ligne de force ou environ tout autour : ce canon ne doit pas aller en diminuant de la roue juſqu'au bout; au contraire, il doit être plus petit du côté de la roue, afin que le canon de l'aiguille (qui doit être fendu pour faire le reſſort) y étant entré, ſoit retenu, & ne puiſſe pas en ſortir, lorſqu'on tourne l'aiguille pour la mettre à l'heure.

1204. Quand on aura coupé de longueur le canon de la roue de cadran, on coupera celui du pont, afin qu'il ne déborde pas celui de cadran; ce que l'on fera en le mettant ſur un arbre liſſe : ſi le canon de cadran ne roule pas aſſez librement, on diminuera le canon du pont, en le roulant, pour l'adoucir.

1205. Le canon de la roue de cadran, étant ainſi préparé, on percera un bout de fil de laiton bien écroui, lequel aura aſſez de groſſeur pour qu'étant percé d'un trou propre à entrer ſur le canon de la roue de cadran, il reſte autour de quoi lever une aſſiette, pour y river la plaque de l'aiguille des heures; on coupera ce canon un peu plus long que n'eſt le canon de la roue de cadran, depuis l'aſſiette juſqu'au bout du canon, à cauſe de la rivure qu'il faut pour l'aiguille, & que d'ailleurs il vaut mieux raccourcir le canon, lorſque cette aiguille eſt rivée, pour la faire deſcendre à raz du deſſus du cadran; on percera le canon d'un trou qui ſoit de la groſſeur du plus petit endroit du canon de cadran, & on l'aggrandira de ſorte que le plus grand côté du trou ne faſſe qu'entrer ſur le bout du canon de la roue de cadran: on mettra ce canon ſur un arbre liſſe, & on formera au bout le plus aggrandi du trou, une aſſiette, pour y river la plaque de l'aiguille des heures: on réſervera en deſſous un peu d'épaiſſeur pour l'aſſiette, & on amincira le reſte du canon par ſon petit bout, enſorte qu'il n'ait qu'un quart de ligne d'épaiſſeur tout autour du trou: on aggrandira le trou de la plaque de l'aiguille, pour la faire entrer ſur l'aſſiette du canon, & on la rivera; enſuite on paſſera l'équarriſſoir en dedans, pour ôter la bavure faite par la rivure; on fera entrer un morceau de bois, qui rempliſſe le trou du canon qui ſaille du côté de l'aiguille; on l'attachera à l'étau, & avec une ſcie on fendra le petit bout du canon juſqu'à l'aſſiette; par ce moyen, il fléchira & fera reſſort pour entrer ſur le canon de la roue, & il tendra à y reſter lorſqu'il y ſera.

1206. Pour achever de donner la longueur convenable au canon de l'aiguille; on mettra la roue de cadran ſur ſon pont, & la fauſſe-plaque en place; & on mettra l'aiguille ſur le canon de la roue: ſi l'aiguille n'approche pas tout-contre le cadran, ſans cependant y toucher, on accourcira le canon de l'aiguille, & convenablement.

1207. L'aiguille des heures étant ajuſtée ſur ſon canon, on limera le bout de la plaque pour l'aiguille en pointe & de longueur juſte à marquer ſur le cercle du cadran, qui borne le bas des chiffres des heures; enſuite on fera avec un compas ou ſur le tour, un trait tout autour du canon, qui ſoit tel que le milieu de l'aiguille recouvre le trou du cadran, & qu'il reſte aſſez de force autour du canon, pour que l'aiguille ſoit ſolide.

1208. On voit, par cet ajuſtement de l'aiguille des heures, que l'on peut faire tourner cette aiguille, indépendamment du canon de la roue de cadran, & que, par conſéquent, celle-ci reſte immobile ainſi que la chauſſée, qui doit porter l'aiguille des minutes: mais il n'en doit pas être de même de l'ajuſtement de l'aiguille des minutes; car il faut que lorſqu'on la fait tourner, elle entraîne la chauſſée qui doit ſe mouvoir à frottement ſur la tige prolongée de la roue des minutes: or la roue de chauſſée fait néceſſairement tourner la roue de renvoi *S* (*Planche V fig. 3*), & le pignon de celle-ci la roue de cadran; ainſi à meſure qu'on fait tourner l'aiguille des minutes, celle des heures eſt entraînée, & avance proportionellement à celle des minutes; c'eſt-à-dire, que pendant qu'on avance l'aiguille des minutes d'un tour, qui fait une heure, l'aiguille des heures avance de la douzieme partie de ſa révolution, qui répond à une heure.

1209. Pour obliger l'aiguille des minutes d'entraîner la chauſſée, on lime le bout de la chauſſée quarrément, & on fait le trou de l'aiguille de même figure; mais comme cet ajuſtement ſeroit ſujet à laiſſer vaciller l'aiguille de haut en bas, ſi le quarré de l'aiguille n'avoit pour épaiſſeur que celle de l'aiguille même, on ajuſte un canon épais ſur cette aiguille, & c'eſt ſur ce canon que l'on forme le trou quarré: ce canon a, d'ailleurs, un autre avantage; c'eſt que, comme il entre en rond ſur l'aiguille, avant de le river entierement, on peut tourner l'aiguille ſéparément de l'aſſiette, afin de faire détendre l'étoile de la répétition à l'inſtant juſte où l'aiguille eſt ſur la ſoixantieme minute, ainſi que nous allons l'expliquer.

1210. Lorſque l'aiguille des heures eſt ajuſtée, on la met en place, ainſi que la chauſſée, & on marque à fleur du bout du canon de cadran, un trait ſur la chauſſée, qui déſigne l'origine du quarré qu'on doit y former : on démonte la chauſſée, & on la place ſur un arbre liſſe ; on fait par la marque donnée un petit trait, & on coupe au-deſſus de ce trait le canon, en laiſſant environ deux lignes & $\frac{1}{2}$ pour la longueur du quarré ; on lime ce quarré bien exactement, & ſelon le trait qui en régle la longueur.

1211. Pour faire l'aſſiette de l'aiguille des minutes, on prendra du fil de laiton de groſſeur convenable, pour que le trou quarré étant fait, il reſte autour de quoi former une aſſiette, & avoir une portée pour la rivure, c'eſt-à-dire, plus de trois lignes, & pour longueur, celle du quarré fait à la chauſſée ; on percera le trou, & on l'*étampera*, enſorte qu'il entre très-juſte ſur le quarré de la chauſſée, mais pas tout-à-fait au fond ; on le mettra ſur un arbre liſſe ; on le tournera ; on formera ſur le petit bout une aſſiette & portée pour y river l'aiguille ; on aggrandira le trou de la plaque de l'aiguille des minutes, pour entrer ſur cette rivure de l'aſſiette, & on ébiſelera le trou de l'aiguille, pour la place de la rivure, avec le foret à chanfrein : au lieu de faire des encoches, avec la lime à queue de rat, qui ne permettroient pas de laiſſer tourner l'aiguille ſéparément de l'aſſiette, ſelon qu'il en ſera beſoin pour la faire détendre à l'heure, on rivera l'aiguille ſur ſon aſſiette, mais pas entierement, pour la raiſon ſuſdite : on chaſſera l'étampe à force dans ce trou, pour en faire ſortir les bavures, & on achevera d'étamper le trou, pour qu'il entre au fond du quarré de la chauſſée ; alors on limera l'excédent du quarré de chauſſée à raz l'aſſiette, & on donnera un trait de burin profond, qui faſſe le repaire de l'aſſiette avec la chauſſée ; on donnera un trait de compas ſur la plaque, qui régle la quantité de matiere qui doit reſter à l'aiguille, autour de l'aſſiette.

1212. L'aiguille ainſi préparée, on mettra ſur le bout du canon une petite plaque, qu'on appelle la *goutte*, laquelle eſt retenue par une goupille, qui traverſe le bout du pivot de chauſſée ; cette goutte retient la chauſſée & l'aiguille, les empêche de ſe ſéparer, & de changer de place, ſelon la longueur de la tige.

1213. Pour faire la goutte, on prendra une petite plaque de laiton écroui, à laquelle on donnera même grandeur que le trait en queſtion; on percera cette plaque (miſe ronde à la lime) d'un trou de même groſſeur que le bout de la chauſſée, & on tournera cette goutte un peu concave, du côté où elle doit appuyer ſur l'aiguille, & convexe du côté où la goupille doit la retenir.

1214. On mettra cette goutte ſur le bout de la tige de chauſſée, & on la fera poſer ſur l'aiguille, & de ſorte que la chauſſée ſoit enfoncée contre la portée de la tige, & le quarré de l'aiguille ſur le bas du quarré de la chauſſée; alors on marquera à fleur le deſſus de la goutte un trait ſur le bout de la tige, qui déſignera l'endroit où il faut percer le trou pour *goupiller la goutte;* mais on ne percera ce trou qu'après qu'on aura fini d'ajuſter les aiguilles, & qu'on aura démonté la roue de longue tige; ce que nous expliquerons en ſon lieu.

1215. Pour faire détendre l'aiguille des minutes, il faut mettre le limaçon des quarts ſur ſon quarré, mettre en place l'étoile & le tout-ou-rien; & enfin le valet preſſé par ſon reſſort, les roues de chauſſée & de renvoi & le pont de cadran, lequel ſervira à retenir la roue de chauſſée dans ſon engrenage, à meſure qu'il eſt beſoin d'ôter l'aiguille de deſſus le quarré de chauſſée pour le faire détendre; on mettra l'aiguille des minutes à ſon repaire, après l'avoir premierement miſe de longueur, & avoir terminé le bout en pointe. Quand on aura préparé le tout, comme je viens de le dire, on fera tourner doucement l'aiguille des minutes, en remarquant à quel point du cadran elle eſt ſituée, lorſque l'étoile détend (115): ſi elle n'eſt pas juſte ſur la ſoixantieme diviſion, c'eſt-à-dire, ſur midi, on ôtera l'aiguille de deſſus la chauſſée, & on la fera entrer ſur le quarré qui a ſervi à étamper l'aſſiette; on attachera ce quarré à l'étau fixement, tandis qu'on fera tourner l'aiguille du côté convenable, pour la faire détendre à midi: on répétera cette opération, juſqu'à ce que l'étoile détende exactement, lorſque la pointe de l'aiguille ſera ſur la ſoixantieme diviſion du cadran ; cela fait, on achevera de river l'aſſiette ſur l'aiguille, & on la repréſentera encore pour voir ſi, en rivant, l'aiguille ne s'eſt point dérangée ; ſi cela étoit, il faudroit un peu forcer l'aiguille, pour la faire tourner, ou bien courber un peu l'aiguille.

1216. L'aiguille ainſi ajuſtée, on s'en ſervira pour vérifier la juſteſſe de l'étoile ; car ſi elle n'eſt pas juſte, elle détendra, tantôt lorſque l'aiguille eſt juſte ſur 60, & tantôt lorſqu'elle paſſe ou qu'elle précede cette diviſion ; pour corriger cette inégalité de l'étoile, on en courbera un peu les pointes des rayons, avec des pinces à goupilles un peu fortes, ou bien, on les limera, & on les jettera un peu ſur un côté, & juſqu'à ce qu'on ſoit parvenu à faire détendre les douze rayons de l'étoile au même inſtant, ou très-approchant.

1217. Lorſqu'on a égaliſé les rayons de l'étoile, on vérifie la longueur des degrés du limaçon des quarts, leſquels doivent être tels qu'au moment que l'aiguille des minutes eſt parvenue ſur les quinze minutes ou le quart, ſur la demie, ou enfin ſur les quarante-cinq minutes du cadran, la piece des quarts *Q* (*Planche V*, *fig.* 2) deſcende ſur le premier, deuxieme ou troiſieme degré ; & c'eſt pour avoir la facilité de leur donner cette juſteſſe, qu'on a tenu ces degrés plus longs.

1218. Pour rendre les degrés du limaçon des quarts de la longueur néceſſaire, on mettra en place la piece des quarts ; on fera tourner l'aiguille des minutes ſur le quart ou 15 minutes du cadran, & on l'arrêtera en ce point ; en ce moment on fera deſcendre la piece des quarts ſur le limaçon ; & comme elle poſera encore ſur le pas *h*, on marquera bien juſte par le dedans du bras *k* un trait ſur le bord du limaçon, qui déſignera juſte l'endroit où doit être reculé le degré 1.

1219. Pour le degré de la demie ou deuxieme quart, on fera avancer l'aiguille juſqu'à la trentieme minute du cadran, & on l'arrêtera en ce point; on fera approcher la piece des quarts contre le limaçon, & on marquera par le dedans du bras, le point où doit être reculé le deuxieme degré, & pour le troiſieme quart, on fera la même opération: on reculera donc les degrés ſelon ces traits, & en ſuivant le même enfoncement des degrés; enfoncements qui ſont marqués par les traits de burin que l'on a faits ſur le limaçon pour le tailler.

1220 Cela étant fait, on ôtera l'aiguille des minutes, on démontera la fauſſe-plaque; mais on aura l'attention, auſſi-tôt que cela ſera fait, & avant de lever le pont de cadran, de démonter la roue de renvoi, de marquer un repaire d'une dent de cette roue avec l'intervalle de la dent de chauſſée, qui ſont actuellement correſpondantes ſur ces roues, comme on le voit en 3, 4 (*fig.* 3); on marquera ce repaire, par des points faits avec un foret, afin que toutes les fois qu'on raſſemblera ces roues, elles s'engrenent par les mêmes dents, & que, par ce moyen, l'étoile détende ſur le midi; car ſans cette précaution, on ſeroit obligé à chaque fois qu'on remonte l'Horloge, de tâtonner le point d'engrenage de ces roues, pour faire détendre l'étoile.

1221. Cela fait, on démontera les roues de cadran de deſſus la platine, & la roue de longue tige de la cage: alors on pourra percer le trou de goupille, marqué au bout de la tige. Pour percer ce trou, il faudra amollir le bout de cette tige; pour cet effet, on le fera chauffer avec le chalumeau, juſqu'à ce qu'il ſoit revenu paſſé gris à l'endroit ſeulement du trou; car il faut ménager le reſte de la tige: lorſqu'il ſera revenu, on marquera, par le trait, un point avec un pointeau; on fera un foret (avec de l'acier bien fin) qui ait pour groſſeur un peu plus d'un douzieme de ligne, & dont le bout ſoit arrondi; on trempera ce foret, & on ne fera revenir que la tige, en conſervant au bout toute ſa dureté; on percera bien droit à travers la tige; ſi on caſſe le foret dans le trou, ainſi que cela arrive quelquefois, on en ſera quitte pour chauffer de nouveau le bout

de

de la tige, afin d'amollir le bout de foret caſſé dedans, & pour refaire un autre foret.

1222. Lorſque la tige eſt goupillée, on en coupe une partie en deſſus du trou; on arrondit ce bout, & on l'adoucit enſuite, avec une pierre à huile; enfin on le polit avec un bruniſſoir; on adoucit la tige ſelon ſa longueur, avec la pierre à huile; ce qui ôte le noir du feu, & les traits faits au tour.

1223. Il reſte maintenant, pour achever tout ce qui concerne l'ajuſtement des aiguilles, à produire le frottement de la chauſſée ſur ſa tige, afin que le mouvement de la longue tige entraîne la chauſſée & les aiguilles, & que ce frottement ſoit tel, qu'en tournant l'aiguille des minutes à la main, elle ne force pas la tige qui la porte: pour produire cet effet, on fend le canon de chauſſée ſelon ſa longueur, depuis le deſſous du quarré juſqu'à l'aſſiette, comme on le voit à la chauſſée *C* (*Planche VI, fig.* 6); mais avant de fendre la chauſſée, il eſt néceſſaire de diminuer un peu la groſſeur du canon de chauſſée, afin qu'elle roule librement dans le trou du canon du pont, & ſans pouvoir y frotter, ce qui feroit très-nuiſible; & cela eſt ſur-tout néceſſaire, puiſque pour poſer ce pont, & le centrer, on le fait entrer juſte ſur le canon de chauſſée.

1224. Pour fendre la chauſſée, on la limera en travers, & on fera de deux côtés oppoſés une entaille, juſqu'à ce qu'on ait commencé à atteindre le trou; alors on fera paſſer une lime à égaler mince, & on formera la fente telle qu'on la voit (*Planche VI, fig.* 6): on ôtera les bavures en dehors avec la lime, pour qu'elles ne puiſſent pas toucher au trou du pont de cadran; & en dedans, on paſſera le même équarriſſoir dont on s'eſt ſervi pour aggrandir le trou de chauſſée; cela fait, la chauſſée roulera librement ſur ſa tige; mais pour produire le frottement, on frappera ſur le milieu de la partie fendue du canon aux deux côtés, afin de les rapprocher du centre du trou; c'eſt la preſſion de ces deux côtés qui formera le frottement que l'on adoucira, & on les empêchera de ſe gripper ſur la tige, en y introduiſant un peu d'huile.

1225. Lorſque les aiguilles ſeront ainſi ajuſtées, elles ſeront prêtes à être gravées, ou ſi l'on veut les terminer ſoi-même, on pourra les faire ſelon la figure des aiguilles *a*, *b* (*Planche XII*, *fig.* 1), leſquelles étant d'un modele fort ſimple, peuvent être facilement exécutées; il reſtera à les dorer; ce que l'on fera de la maniere ſuivante.

Dorer les Aiguilles en or moulu.

1226. Pour dorer en or moulu, on prend de l'or de ducat d'Hollande, c'eſt-à-dire, que l'or le plus fin eſt le meilleur.

Préparation de l'Or.

1227. Il faut forger l'or, & le réduire en une plaque la plus mince qu'il ſe pourra au marteau, ſur un tas uni & poli: la plaque d'or étant ainſi réduite, on la coupera avec des ciſeaux, en très-petits morceaux ou paillons; enſuite l'on jettera cet or dans un verre bien net; on mettra dans le même verre du mercure, que l'on mêlera avec l'or, juſqu'à ce qu'il ſoit devenu blanc: (Si l'on a dix-huit grains d'or, on mettra deux gros de mercure, c'eſt-à-dire, huit fois plus de mercure que d'or).

1228. L'or ainſi préparé, on fera chauffer un creuſet dans un réchaud rempli de charbon bien allumé; lorſque ce creuſet eſt bien rouge, on y jette l'or & le mercure; & avec une verge de cuivre ou de bois, on mêle l'un & l'autre juſqu'à ce que l'or ſoit diſſous, & que le mercure s'étant évaporé en partie, le reſte forme une pâte; dans le moment, on la jette dans de l'eau pure: ſi la pâte eſt malléable, on la laiſſe en cet état; mais ſi elle eſt trop fluide, on la remet de nouveau dans le creuſet, pour faire encore évaporer le mercure; mais ſi la pâte eſt trop dure pour ne pouvoir s'étendre aiſément à la main, il faut remettre du mercure, &

la jetter dans le creuſet que l'on conſerve rouge : pendant cette opération, on évitera de reſpirer l'air, à cauſe du mercure.

Préparation des Aiguilles, pour y appliquer l'Or.

1229. Pour préparer la piece, que l'on veut dorer, de maniere à recevoir l'or, on prend du laiton que l'on lime de la figure d'un bruniſſoir ; on le plonge dans de l'eau forte, & enſuite dans le mercure, de ſorte qu'il s'amalgame à cette eſpece de bruniſſoir qu'on appelle un *Avivoir:* l'avivoir ainſi recouvert de mercure, on le paſſe ſur la piece que l'on veut dorer, juſqu'à ce qu'elle ſoit blanchie par le mercure qu'emporte l'avivoir ; on appelle cette opération *aviver* : lorſqu'on a ainſi avivé & recouvert de mercure la partie de la piece qui doit être dorée, on prend une broſſe, afin d'étendre également le mercure ſur toute la ſurface de la piece ; on a le ſoin, pendant toute cette opération, de tenir l'aiguille avec un linge, pour que le mercure ne pénetre pas les doigts.

1230. Lorſque la piece eſt avivée, on prend, avec l'avivoir, de l'or préparé, & on en recouvre la ſurface de la piece à dorer ; enſuite on place cette piece ſur un feu doux recouvert de cendre, & on la laiſſe s'échauffer, juſqu'à ce qu'on voye que l'or commence à bouillonner ; dans l'inſtant on la retire & on la broſſe pendant qu'elle eſt chaude, & très-légérement, afin de ne pas emporter l'or ; on remet de nouveau la piece ſur le feu, & dès qu'elle eſt chaude, on la retire, & on continue à broſſer, pour étendre l'or, & le rendre uni ; opération que l'on recommence, juſqu'à ce que l'or ſe fixe, & ſoit parfaitement uni ; alors on laiſſe la piece ſur le feu, juſqu'à ce que le mercure ſoit entiérement évaporé (c'eſt ce qu'on appelle faire ſécher), & que la piece reſte jaune.

1231. Pour achever de faire diſparoître le mercure, on plonge la piece dans l'huile d'olive, & on la met ſur le feu, juſqu'à ce que l'huile s'évapore, & au point d'acquérir une couleur rougeâtre; alors on eſſuie la piece avec un linge; ſi elle reſte noire, c'eſt une marque qu'il n'y a pas aſſez d'or; dans ce cas, il faut remettre de nouveau de l'or avec l'avivoir, & recommencer l'opération indiquée.

1232. Lorſque la piece eſt ainſi dorée, ſa ſurface reſte matte; il reſte à donner le brillant à l'or; ce que l'on fait avec une *gratte-boiſſe*; pour cet effet, on met de l'urine dans un vaſe de fayance, qui ſoit neuf & verni; on y plonge la piece dorée, & on la *gratte-boiſſe* juſqu'à ce qu'elle devienne brillante.

1233. Lorſque la piece dorée eſt gratte-boiſſée, on la met dans de l'eau commune, & on l'eſſuie avec un linge très-propre; enſuite on la poſe ſur le feu de cendre, & on la laiſſe chauffer, juſqu'à ce que l'or, qui étoit pâle, change de couleur; & pour juger du degré de chaleur que la piece doit prendre, on met deſſus un petit morceau de papier de ſoie (ou bien un bout de reſſort ſpiral, qui, lorſqu'il devient bleu, marque que l'on doit retirer la piece); lorſque ce papier devient jaune, on retire la piece, & on la gratte-boiſſe de nouveau; on la met dans l'eau, & enſuite ſur le feu: on recommence cette opération, juſqu'à quatre fois, & la piece eſt dorée. Voilà en gros les opérations requiſes pour dorer les aiguilles, & que l'on peut appliquer à toutes les pieces d'une montre, platine, coq, roues, &c.

VIII. *De l'Ajuſtement du Timbre & des Marteaux.*

1234. Le timbre ſur lequel les marteaux de répétition *f l*, *t m*, (*Planche V*, *fig.* 2) doivent frapper, doit s'attacher ſur un pont coudé, qui ſe fixe ſur le dehors de la ſeconde platine; le timbre ni ſon pont ne ſont pas ici repréſentés, parce qu'ils auroient caché la cadrature, qu'il eſt eſſentiel de voir: le côté plan du timbre doit être placé au-deſſus de la cadrature, & parallélement à la platine, &

auſſi éloigné de la platine que le permet la profondeur de la boîte : le côté convexe devant approcher tout contre le fond du cartel, le timbre ne devra avoir que huit lignes de hauteur au plus, afin qu'entre les plus hautes pieces de la cadrature & le timbre, il reſte une place ſuffiſante pour la verge du pendule qui doit s'y mouvoir; on fera donc un pont recourbé pour porter le timbre, & qui l'éleve convenablement au-deſſus de la platine; ce pont devra être plié, pour paſſer en deſſous du timbre dans ſa partie concave, & aller joindre le trou dont le timbre eſt percé, pour y être arrêté au moyen d'une vis dont la tête ſera à fleur du dehors du timbre, & ſera taraudée ſur ce pont, qu'on appelle le *Porte-timbre* ; le porte-timbre fait, on l'attachera ſur la platine, au moyen d'une vis.

1235. Pour déterminer la poſition du timbre ſur la platine, il faudra obſerver qu'elle doit être telle que le bord ſupérieur du timbre, ſur lequel les marteaux doivent frapper, doit être ſitué à peu-près dans la ligne de niveau qui paſſe entre les deux centres *f*, *t* des marteaux; par ce moyen, les marteaux *l*, *m* frapperont avec plus d'énergie, à cauſe de la force qu'ils acquerront par la deſcente accélérée, jointe à la preſſion des reſſorts.

1236. Pour arrêter le porte-timbre en cette poſition, on percera ſa baſe, qui eſt ſemblable à celle du coq *p*, *s*, (*fig.* 3) de deux pieds, pour l'empêcher de tourner, & le rendre fixe au moyen de la vis.

1237. Les marteaux ſont formés de trois pieces; 1°, des maſſes *l*, *m*, (*fig.* 2) qui ſont proprement les marteaux; 2°, des manches de marteau *f*, *l*; *t*, *n*; & enfin des canons qui entrent quarrément ſur les tiges de marteau : c'eſt ſur ces canons que ſont rivés les manches des marteaux.

1238. Pour faire les quarrés des tiges de marteau, on les mettra en cage, & l'on marquera à raz le dehors de la platine, ſur leurs pivots prolongés, des traits qui indiqueront l'origine des quarrés qu'il faut y former, pour y faire entrer les canons *f* & *t* des marteaux; on formera à ces marques des tiges, des traits de burin; on limera les quarrés, que l'on rendra bien réguliers; on les adoucira; on prendra du fil de laiton non écroui, qui ait trois lignes de groſſeur; on en coupera deux bouts de la longueur des quarrés; on les percera, & on les étampera, de ſorte que leurs trous rendus quarrés, entrent bien juſte ſur les quarrés des tiges; on marquera par en bas des repaires de chaque canon avec ſon quarré, ce qui ſervira à replacer le canon, afin qu'il préſente toujours le même côté du trou au même pas ſur lequel on l'a d'abord fait entrer; on tournera ces canons, & on formera ſur l'extrémité du petit côté du trou des aſſiettes, pour pouvoir y river les *branches* ou *manches* de marteau; on diminuera ce canon en deſſous de l'aſſiette, & on adoucira ces canons & aſſiettes.

1239. Pour faire les manches de marteau, on prendra du laiton qui ait deux tiers de ligne d'épaiſſeur, & quatre lignes de largeur; & pour longueur, un peu plus que la diſtance qu'il doit y avoir des centres *f* & *t* aux points de contact des marteaux: ce point de contact doit être tel que nous l'avons indiqué (331); on écrouira ces branches de marteau; on percera à un bout, un trou pour entrer ſur l'aſſiette du canon, & on limera le reſte d'abord quarrément, en allant en diminuant juſqu'au bout; enſuite on le rendra rond: c'eſt cette partie qui doit former le manche.

1240. Quand on aura fait les manches, on fera les marteaux; on prendra du fil de laiton qui ait au moins ſix lignes de groſſeur; on en coupera deux bouts qui aient deux lignes d'épaiſſeur; on écrouira ces marteaux, & on les percera au centre d'un trou qui ait environ trois quarts de ligne; on les chaſſera ſur un arbre liſſe, pour les tourner deſſus & ſur les côtés; le deſſus doit être un peu arrondi, afin de ne frapper ſur le timbre que par un point; on les adoucira; on les percera par le bord, au milieu de leur épaiſſeur, d'un trou qui ſoit dirigé au centre, & qui ſoit de la groſſeur du petit bout des manches; c'eſt par ce trou qu'ils doivent être *emmanchés* ſur les branches; on percera ce trou juſqu'au centre du marteau, & on le fera un peu plus petit que le bout du manche, afin que celui-ci y entre à force.

1241. On mettra les tiges de marteau en cage, ainſi que leurs reſſorts; on fera entrer les canons ſur leurs quarrés & à leurs repaires; on mettra le timbre en place; on mettra les trous des manches en chanfrein pour la rivure: on préſentera ces manches ſur leurs canons, & on dirigera ces manches au-deſſus du timbre, à la diſtance du rayon du marteau, & cela lorſque le reſſort de marteau eſt à ſon repos: on rivera le manche ſur ſon canon en cet état, & en prenant garde qu'il ne ſe dérange, ce qui le feroit trop approcher ou trop écarter du timbre, en ſorte que l'on ſeroit obligé de le couder, pour le ramener au point convenable; mais pour éviter cet inconvénient, avant d'achever de river le manche, on le préſentera encore avec le timbre; on en fera autant aux deux manches.

1242. Lorſqu'on aura rivé les manches de marteau, il faudra les couper de longueur convenable, pour que le point de contact ſur le timbre ſe faſſe par la tangente (331) qui paſſe du point d'attouchement du marteau par le centre de mouvement du marteau; on limera les bouts des manches, & on les fera entrer un peu à force ſur les marteaux; car pour achever de fixer les marteaux, il faut éprouver s'ils ne ſont pas trop peſants, pour que le reſſort moteur ne pût pas les élever pour les faire frapper.

1243. Ainſi pour éprouver la peſanteur des marteaux & la force des reſſorts, & la proportionner à la force du moteur de la répétition, il faut remonter le rouage de répétition & le volant, les marteaux & baſcules; il faut mettre les reſſorts de marteau en place (mais avant tout, il faut nettoyer tous les trous des pivots de répétition); il faut goupiller la cage, & voir ſi, en cet état, les roues ſont bien libres en hauteur; ſi cela n'eſt pas, on démontera le rouage, & on reculera les portées qui ſont trop hautes; on verra ſi les pivots ſont libres dans leurs trous; & ſi cela n'eſt pas, on les aggrandira en conſéquence, parce qu'avant de toucher aux reſſorts de marteau pour les affoiblir, ou aux marteaux pour les diminuer, il faut commencer par ôter toutes les gênes du rouage, & réduire tous ſes frottements à l'état où ils doivent reſter lorſque l'Horloge ſera finie & remontée.

1244. Le rouage, les baſcules & les tiges de marteau ainſi raſſemblés, on attachera le barrillet de répétition *B* (*fig.* 3) ſur la platine; on mettra la tête de l'arbre ſur ſon quarré, & on placera le couvercle; on mettra la poulie *P* (*fig.* 2) ſur ſon quarré, pour s'en ſervir à remonter le reſſort; on mettra le timbre en place ainſi que les marteaux; ſi, après avoir remonté le grand reſſort, il n'eſt pas capable de faire frapper les marteaux, on affoiblira un peu les reſſorts, ſoit en diminuant leur bande, ſoit en les aminciſſant, s'ils ſont trop roides; ou bien, on peut encore changer leur preſſion ſans les affoiblir, en les accourciſſant un peu, afin qu'ils agiſſent plus près du centre des bras *i* (*fig.* 8) & *c* (*fig.* 9).

1245. Si, après avoir affoibli les reſſorts, & diminué leur bande ou preſſion contre les bras des tiges de marteau, le grand reſſort de répétition a encore de la peine à les faire lever, on pourra diminuer un peu les marteaux; mais ſi après toutes ces opérations les coups de marteau devenoient foibles, alors il feroit préférable de changer le grand reſſort de répétition, & d'en mettre un autre, qui, faiſant moins de tours, feroit plus fort; ainſi l'on pourroit, par ce moyen, redonner plus de bande aux reſſorts de marteau.

1246. Les marteaux de répétition ainſi mis de peſanteur, & les reſſorts étant de force convenable, on chaſſera tout-à-fait les marteaux ſur leurs manches; enſuite l'on marquera l'endroit du quarré où l'on doit percer les trous pour les goupiller; ces trous de goupilles doivent être à raz du bout du canon.

1247. Avant de démonter le barrillet de répétition, on marquera au raz du barrillet la hauteur où l'on doit couper

couper l'arbre, qui ne doit pas être plus ſaillant que le barrillet.

1248. On démontera le rouage de dedans la cage; on fera revenir les bouts des tiges de marteau, & on percera, par les endroits marqués, les trous de goupille; on limera les bouts de quarré au raz de ces trous, en laiſſant une force convenable en deſſus; on adoucira & on polira les bouts de ces quarrés.

1249. Pendant qu'on eſt à percer les trous de goupille; on fera ceux des tenons de cadrature du quarré de la poulie, & de celui du limaçon des quarts; on placera la poulie ſur ſon quarré, & à ſon repaire; on marquera au raz du devant des aîles du pignon un trait ſur le quarré de l'arbre, pour déſigner l'endroit où l'on doit percer le trou pour goupiller & fixer la poulie ſur ſon quarré; on ôtera la poulie; on fera revenir le bout de l'arbre; on donnera un coup de pointeau par la marque; on percera le trou, & on coupera l'arbre un peu au-deſſus du trou; on adoucira & on polira ce bout d'arbre: on coupera le bout du quarré du barrillet par le trait marqué; on adoucira & on polira le bout.

1250. Pour goupiller le limaçon des quarts, on placera le limaçon ſur ſon quarré, & on marquera au raz du bout de la tige un trait par lequel on doit percer le trou; on fera revenir le quarré; on fera un point avec le pointeau; on percera le trou, & on coupera le quarré au deſſus du trou; on l'adoucira & on le polira.

1251. On a goupillé les quarrés de la poulie & du limaçon des quarts, ſelon la longueur qu'avoient leurs canons, ſans s'aſtreindre à une meſure, parce que rien ne les gêne; mais il n'en eſt pas de même de la broche de la piece des quarts, au-deſſus de laquelle la fourchette d'échappement doit paſſer; ainſi le bout de cette broche ne devra pas être plus élevé que le reſſort *d y* du tout-ou-rien, au-deſſus duquel la fourchette doit auſſi paſſer: on accourcira donc premiérement cette broche, en la mettant à la hauteur du tout-ou-rien ; & s'il n'y a pas aſſez de place pour la goupille, entre le bout du canon de la piece des quarts & celui de la broche, on percera, malgré cela, le trou de la goupille tout près du bout de la broche, & on accourcira enſuite les canons du doigt & de la piece des quarts, juſqu'à ce qu'ils ſoient à fleur du trou, & qu'ayant mis une goupille dans ce trou, elle n'empêche pas de tourner (librement) la piece des quarts & le doigt ; & on ne les accourcira pas plus qu'il n'eſt beſoin, afin que les canons n'ayent pas de jeu en hauteur.

1252. Après qu'on a percé les trous des goupilles, il faut en ôter la rebarbe avec un foret, avant de faire entrer la broche dans le trou de ſon canon, parce que ces bavures déchireroient le trou du canon.

1253. Par rapport aux autres pieces qui doivent être goupillées, telles que la broche du rateau du tout-ou-rien & du valet ; comme elles ne ſe trouvent pas placées dans le paſſage du pendule (à cauſe que celui-ci ne doit pas décrire de fort grands arcs), on percera les trous à fleur des canons, & de maniere que les goupilles n'ôtent pas la liberté de ces pieces ; ſi donc on perce le trou un peu trop près, on raccourcira un peu le canon.

1254. Lorſque les trous des goupilles ſeront percés, on ôtera leurs bavures avec un foret, & on paſſera enſuite le bruniſſoir tout autour ; on coupera les tenons un peu au-deſſus des trous ; on les adoucira, & on les polira.

IX. *De l'exécution du Reſſort moteur de l'Horloge.*

1255. QUOIQUE les reſſorts de Pendule & de Montre ne ſoient pas exécutés par les Horlogers, mais bien par des Ouvriers particuliers, qui ne font que cela (*Voyez Diſc. Prélim.*) ; je ne laiſſerai pas de donner ici la maniere dont les reſſorts de Pendule ſont fabriqués ; ce que je ferai, pour contenter les perſonnes qui deſireront être inſtruites de tous les procédés que l'on met en uſage pour la fabrication de nos Horloges ; c'eſt auſſi pour ſatisfaire la curioſité de ces perſonnes, que je ſuis entré dans le détail de l'émail pour les cadrans : on ne doit pas s'attendre que je m'étende ſur les reſſorts plus que je n'ai fait pour les cadrans ; car je ne prétends que de donner ſur ces deux Articles de ſimples notions, puiſque chaque objet, pour être traité à fond, exigeroit ſeul un Traité particulier.

1°, *De l'Acier que l'on emploie pour faire les Reſſorts de Pendules : De la maniere de forger ces Reſſorts.*

1256. L'acier dont on ſe ſert pour faire les reſſorts de Pendule, s'appelle *Etoffe de Pont :* les Faiſeurs de reſſorts le préferent à l'acier d'Angleterre, parce qu'étant employé pour faire un reſſort, en conſervant ſon élaſticité, il eſt moins ſujet à caſſer.

1257. Pour faire un reſſort tel que celui de notre Horloge à répétition, il faut prendre une livre $\frac{1}{2}$ d'acier ou *étoffe :* on le forge d'abord, & on le prépare de ſorte qu'il forme une verge dont la largeur ſoit d'environ ſix lignes, & l'épaiſſeur deux lignes ; l'on amene cette verge à la longueur que peut donner l'acier ; c'eſt ce qu'on appelle *dégroſſir.*

1258. Quand l'acier eſt dégroſſi, on l'élargit (*a*) à

(*a*) Pour plus de promptitude, les Forgerons de reſſorts, au lieu de forger ſimplement un reſſort, en dégroſſiſſent deux de même dimenſion, qu'ils appliquent enſuite l'un ſur l'autre, & les font chauffer enſemble dans le milieu de leur longueur ; lorſque ces verges ont la chaleur convenable, ils frappent à grands coups ſur les deux, en les tenant bien jointes enſemble, enſorte qu'elles s'élargiſſent toutes deux en même-temps : lorſqu'ils ont élargi le milieu d'environ la longueur d'un pied, & qu'ils ont donné la largeur requiſe, ils ſéparent ces deux verges ; enſuite ils en prennent dabord une qu'ils plient par l'endroit élargi, à peu-près comme une pincette de cheminée ; enſuite ils font chauffer les parties de la verge les plus prochaines, & qui ne ſont pas encore élargies, & ils les étendent à grands coups de tête de marteau, & les mettent à la largeur néceſſaire ; ainſi il y a deux parties de la verge qui s'étendent en même-temps ; ils font ainſi chauffer & battre la verge juſqu'au bout ; alors ils la redreſſent, & ont une lame de reſſort : ils reprennent enſuite l'autre verge, ſur laquelle ils font la même opération, & l'étendent de même à double. Les Forgerons emploient cette méthode comme plus expéditive, & pour empêcher qu'en chauffant l'acier la lame ne ſe brûle, ce qui n'arrive pas, lorſqu'elles ſont appliquées l'une ſur l'autre, parce qu'elles ſe congrands coups de marteau, juſqu'à ce qu'on lui ait donné la largeur dont on a beſoin (c'eſt-à-dire, environ treize lignes) & l'épaiſſeur d'un peu moins de demi-ligne : une livre ½ d'acier amené à ces dimenſions, doit former une lame d'environ neuf pieds de longeur, qui eſt plus que ſuffiſante pour le diametre du barrillet dont il eſt queſtion.

2°, *Forger le Reſſort à froid.*

1259. Le reſſort étant forgé à la groſſe forge, on le fait recuire. Pour cet effet, on remplit de charbon un grand réchaud ; quand le charbon eſt allumé, on fait entrer un bout du reſſort dans le milieu du feu, & on l'y laiſſe juſqu'à ce qu'il ſoit rouge : alors on pouſſe le reſſort plus avant, & on laiſſe rougir la partie de la lame qui ſuit immédiatement le bout rougi ; & on le fait ainſi chauffer de proche en proche, juſqu'à ce que toute la lame ait été chauffée & rougie par la ſeule action du feu, & ſans le ſouffler.

1260. Quand on a recuit le reſſort, on commence par *viſiter* avec ſoin les parties fortes & les parties foibles, ce qui ſe fait en pliant la lame : la partie qui cede la premiere eſt la plus foible ; & pour les égaliſer, on ſe ſert d'un fort marteau à *panne* un peu tranchante, afin que le coup pénetre la lame ; les coups doivent être donnés ſelon la largeur de la lame, c'eſt-à-dire, par rangées paralleles aux côtés ; & ces coups doivent être appliqués l'un près de l'autre ; on élargit & on amincit ainſi les endroits trop forts pour égaliſer la lame, & on paſſe légérement ſur les endroits foibles : quand on a ainſi battu la lame, & qu'on l'a égaliſée, on prend un marteau à tête un peu arrondie, avec lequel on applatit & on efface les coups de la panne.

1261. Le reſſort ayant été ainſi battu à froid, on coupera ſes côtés bien paralleles avec des ciſailles, pour l'unir & le mettre d'égale largeur dans toute ſa longueur ; & s'il y avoit quelques fentes, il faudroit les emporter à la

ſervent mutuellement, au lieu qu'une lame ſimple eſt plus expoſée à être trop chauffée.

ciſaille, afin d'éviter que ce reſſort ne vînt à ſe caſſer en le pliant.

1262. Si le reſſort ſe trouvoit encore trop épais, c'eſt-à-dire, s'il avoit plus d'une demi-ligne, on le fera recuire de la maniere que nous l'avons expliqué, & on le reforgera; juſqu'à ce qu'on l'ait égaliſé & réduit à l'épaiſſeur qu'il doit avoir; il eſt très-préférable de l'amincir au marteau; car outre que cela eſt plutôt fait, ce ſont les coups de marteau à froid, qui donnent du corps au reſſort, & en reſſerrent les pores.

1263. Le reſſort ainſi forgé, on le mettra de nouveau d'égale largeur avec les ciſailles, ayant ſoin de ne pas le rendre trop étroit pour le barrillet où l'on doit l'employer; enſuite l'on attache un long bois à l'étau, & on attache la lame ſur ce bois avec des tenailles à vis: on prend une lime d'Allemagne toute neuve, & on lime le reſſort, en menant les traits de la lime ſelon la longueur du reſſort; on en fait autant dans toute la longueur de la lame, & ſur chaque côté, & en rendant la lame la plus égale de force qu'il eſt poſſible, & de ſorte qu'en la pliant en arc, de proche en proche, toutes les parties fléchiſſent dans tous les points, & faſſent éprouver même réſiſtance pour les courber, à la réſerve d'environ un pied d'un bout de la lame, qui doit ſervir à former l'œil du reſſort lequel doit être plus fort.

1264. En cet état, le reſſort doit avoir au plus trois douziemes de ligne d'épaiſſeur, qui doivent ſe réduire à environ deux douziemes de ligne lorſqu'il ſera totalement fini; je parle de l'endroit de la lame qui eſt le plus mince; ce qui forme la plus grande partie, puiſqu'il ne doit y avoir que la longueur d'un pied de plus épais.

3°, *Préparation pour la Trempe du Reſſort.*

1265. Comme il ſeroit très-difficile de faire chauffer à la fois & également une lame mince, qui auroit neuf pieds de longueur, les Faiſeurs de reſſort ont imaginé de rouler ces reſſorts de façon à ne former qu'un cercle d'environ un pied de diametre, enſorte que l'on chauffe & que l'on trempe facilement ce reſſort ainſi roulé ſur lui-même; mais la lame étant ainſi roulée ſe toucheroit en pluſieurs endroits, enſorte que lorſqu'on la tireroit du feu pour la tremper, elle ne ſeroit pas ſaiſie également, à cauſe que le paſſage de l'eau entre les lames ne ſeroit pas libre; c'eſt pour prévenir cet obſtacle, qu'avant de rouler la lame en cercle, les Faiſeurs de reſſorts l'entourent dans toute ſa longueur d'un fil de fer recuit, qui a environ une demi-ligne de groſſeur, & qui forme autour de la lame une eſpece de vis, dont les pas ſont diſtants entr'eux d'environ un pouce; ainſi les ſpires que la lame forme, lorſqu'elle eſt entourée, ne ſe touchent plus, à cauſe de l'épaiſſeur du fil de fer qui laiſſe par ce moyen le paſſage, & à la chaleur pour chauffer la lame, & au froid pour la ſaiſir & la tremper également dans toute ſa longueur: pour contenir la lame en cercle, il faut l'attacher avec un fil de fer, auquel on donne la longueur convenable, pour que le reſſort ne forme un cercle que d'un pied de diametre ou environ.

1266. Pour faire chauffer les reſſorts avant de les tremper, les Faiſeurs de reſſorts ſe ſervent d'un fourneau à reverbere, conſtruit à peu-près comme celui des Emailleurs (1181); & pour placer le reſſort dans la chambre pratiquée au fourneau, ils ont une roue de fer, qui a un pied de diametre, & dont les croiſées ſont miſes ſur champ, pour laiſſer le paſſage à la chaleur; cette roue eſt terminée par un cercle de fer qui ſert à contenir le reſſort qu'on veut tremper; cette roue tourne ſur un pivot qui eſt porté par une longue barre de fer.

1267. Lorſque le feu du fourneau eſt allumé, on fait chauffer la roue, & on la laiſſe devenir rouge; & quand le charbon a acquis ſa plus grande vivacité, on place le reſſort ſur la roue, & celle-ci au foyer du fourneau; alors on a ſoin de faire tourner la roue, afin qu'elle faſſe chauffer également le reſſort; quand le reſſort eſt chauffé bien également, &

qu'il eſt d'une couleur *blanche qui ſuit le rouge*, on retire promptement la roue, & on jette le reſſort dans un vaiſſeau qui contient aſſez d'huile pour pouvoir ſurnager le reſſort; on ſe ſert d'huile préférablement pour la trempe des reſſorts; parce que la trempe en eſt moins ſeche, & qu'ils ſont moins ſujets à caſſer en trempant, que ſi on les trempoit dans l'eau.

1268. Le reſſort trempé, on le retire de dedans l'huile; & avec des tenailles à couper, on coupe tout le fil de fer qui entouroit la lame, & on en ôte les bouts très-légérement, afin de ne pas caſſer le reſſort; on coupe de même le fil de fer qui le retenoit en cercle; ainſi le reſſort ſe développera un peu, mais ne reviendra pas droit; il reſtera courbé en ſpirale.

1269. Pour blanchir le reſſort en dedans, afin de pouvoir le faire revenir également dans toute ſa longueur, on ſe ſert de briques & de grès ou ſable, dont on frotte légérement tout le côté intérieur de la lame, juſqu'à ce qu'elle ſoit bien blanchie dans toute ſa longueur.

1270. Pour faire revenir le reſſort, il faut avoir un réchaud rempli de charbon bien allumé, que l'on recouvre d'une plaque de fer d'environ deux lignes d'épaiſſeur; cette plaque doit être tant ſoit peu arrondie ou convexe en deſſus; lorſque la plaque eſt rouge, par la ſeule action du feu, & ſans ſouffler, on poſe le bout extérieur du reſſort par ſa partie convexe, ſur la plaque; ainſi la partie blanchie du reſſort eſt en deſſus; on appuie le bout de la lame ſur la plaque, avec un bout de fer qu'on tient d'une main, tandis que de l'autre l'on tient le rouleau que forme la lame; (on ne fera pas mal de ſe ſervir de gands pour éviter l'ardeur du feu); on laiſſe la même partie du reſſort ſur la plaque, juſqu'à ce qu'elle ait pris une couleur griſe, qui ſuit immédiatement le bleu; & à meſure que le bout revient à cette couleur, on avance la lame, qui, en même-temps qu'elle *revient*, ou qu'elle eſt pénétrée par la chaleur, elle ſe redreſſe; on fera ainſi la même opération, juſqu'à ce que la lame ſoit revenue également dans toute ſa longueur, après quoi la lame ſera redevenue droite comme elle étoit avant de la préparer pour la trempe.

1271. La lame ainſi revenue, il faut la planer avec un marteau à tête un peu arrondie & polie, ſur un tas arrondi & poli; on planera la lame dans toute ſa longueur, & on la rendra bien plane & unie.

1272. Le reſſort étant bien plané, on le viſitera pour l'égaliſer; on le pliera pour cela en arc de diſtance en diſtance; & les endroits qui ſeront plus forts, on les amincira à la lime, attachant pour cet effet le reſſort avec des tenailles à vis ſur le bois qui tient à l'étau.

1273. Quand on a bien plané & égaliſé le reſſort, il faut le mettre de la hauteur du vuide du barrillet; on le tiendra même une demi-ligne plus bas que le drageoir du couvercle; c'eſt-à-dire, que ſi depuis le fond du barrillet jusqu'au drageoir il y a douze lignes de vuide, on n'en donnera que onze & $\frac{1}{2}$ à la lame, afin que le reſſort ait du jeu; on le calibrera ſelon cette meſure, & bien également dans toute ſa longueur; à cela près que la partie qui doit former l'œil du reſſort, & que l'on a laiſſée plus épaiſſe, doit être une demi-ligne plus baſſe que le reſte du reſſort, dans la longueur d'environ dix pouces: on rend plus étroit ce bout intérieur du reſſort, pour empêcher que l'œil qui entoure l'arbre ne puiſſe aller toucher au couvercle, ou au fond de barrillet.

1274. Le reſſort mis de largeur, on le coupera de la longueur qu'il doit avoir, c'eſt-à-dire, d'environ ſept pieds de long, qui eſt à peu-près la longueur convenable pour le diametre du barrillet, & pour le nombre de tours de bande du reſſort: au reſte, on verra ci-après comment les Faiſeurs de reſſorts en déterminent la longueur.

1275. On arrondira à la lime les bords de la lame, & on achevera de les rendre bien droits & unis dans toute leur longueur, afin que ces bords puiſſent gliſſer plus facilement ſement contre le fond & le couvercle du barrillet, lorſque le reſſort ſe développe.

1276. Pour adoucir le reſſort, on paſſera ſur ſa longueur, à chaque côté de la lame, une lime d'Angleterre bâtarde, un peu douce, avec de l'huile, dont on conduira les traits ſelon la longueur de la lame; ce qui ôtera les traits de la lime d'Allemagne: on ſe ſervira de cette lime pour achever d'égaliſer la lame que l'on courbera en arc de proche en proche.

1277. On pourra polir le reſſort en le tenant attaché ſur le bois qui tient à l'étau, & en frottant avec du bois de noyer & de l'émeri, comme on a fait avec la lime d'Angleterre, & ainſi dans toute ſa longueur; mais pour le mieux, on fera aller & revenir la lame, en la faiſant paſſer entre deux morceaux de bois de noyer bien ſerrés & avec de l'émeri: cette méthode eſt préférable, en ce qu'elle eſt plus prompte & qu'elle ne tend qu'à égaliſer la lame; on peut ſe ſervir pour cela d'une eſpece de *banc à tirer* fort long, comme ceux dont ſe ſervent les Bijoutiers, pour tirer l'or à la filiere.

1278. Lorſqu'on aura poli le reſſort, on le bleuira, en ſe ſervant pour cela du réchaud & de la plaque, dont nous avons parlé, & de la même maniere; on rendra la lame d'un bleu également vif dans toute ſa longueur.

1279. On fera les ouvertures pour les crochets, comme on le voit en *o* & en *r*, (*Planche VII, fig. 5*); pour cet effet, on fera d'abord revenir environ un pied de longueur du bout qui doit former l'œil; on le fera revenir plus qu'il ne l'avoit été après la trempe: c'eſt pour empêcher que le reſſort ne caſſe, lorſqu'on le pliera pour former l'œil: & pour l'endroit où doit être faite l'ouverture pour le crochet, il faudra le recuire, c'eſt-à-dire, faire devenir rouge un pouce de long du bout: on percera un trou quarré, que l'on alongera un peu; on limera en biſeau le bout de l'ouverture d'un côté ſeulement, afin d'être retenu par le crochet de l'arbre.

1280. Pour faire l'ouverture du crochet de l'autre bout de la lame, on ne fera revenir qu'un petit bout, afin de ne détremper que l'endroit du trou: Le reſſort amené en cet état, il ne reſte plus, pour le faire entrer dans le barrillet, qu'à le plier en ſpirale.

4°, *Plier le Reſſort en ſpirale.*

1281. Pour plier les reſſorts, on ſe ſert d'un arbre qui ſe meut ſur un chaſſis de fer, qui s'attache à l'étau; un bout de cet arbre porte un rochet d'encliquetage, & le cliquet eſt attaché au chaſſis; outre le rochet, l'arbre porte une manivelle; l'autre bout de l'arbre eſt percé d'un trou quarré, dans lequel s'ajuſtent des arbres à crochet, pareil à ceux d'un arbre de barrillet: ces arbres ſont de différentes groſſeurs; le plus gros peut avoir deux pouces de diametre, & le plus petit ſix lignes. Quand les Faiſeurs de reſſorts veulent plier un reſſort, ils accrochent le bout de la lame qui doit former l'œil, au crochet du plus gros arbre; & avec la manivelle, ils tournent d'une main, tandis qu'avec l'autre ils appuient fortement la lame contre l'arbre, enſorte que la lame ſe plie & entoure l'arbre, & va ainſi en ligne ſpirale; ils continuent, juſqu'à ce que toute la lame entoure l'arbre. Pour empêcher que le reſſort ne caſſe en paſſant trop vîte de droit qu'il étoit à une courbe un peu trop reſſerrée, les Faiſeurs de reſſorts placent entre les premieres ſpires des cartes pliées qui empêchent les ſpires de ſe toucher: ils ne font cette opération que pour les premiers tours, parce qu'après que l'arbre eſt entouré de pluſieurs tours, il groſſit, & le reſſort ſe courbe moins.

1282. Cette opération faite, on prendra un arbre un peu plus petit, afin de reſſerrer d'avantage les ſpires, & de diminuer la grandeur de l'œil, ou le premier tour du dedans: ils entourent ainſi juſqu'au bout le reſſort ſur ce ſecond arbre.

1283. Quand cela eſt fait, on prend un troiſieme arbre plus petit, & à peu-près de la groſſeur de l'arbre du barrillet dans lequel ce reſſort doit être placé; on reſſerre de nouveau les ſpires, en tournant avec la manivelle, juſqu'à ce que toutes les parties de la lame ſe touchent, & entourent l'arbre.

1284. Pendant ces opérations, il faut avoir ſoin que la lame s'applique bien au-deſſus de la partie de lame qui entoure l'arbre, & que les ſpires s'élevent ainſi les unes au-deſſus des autres ſans déborder, afin que les bords de la lame, lorſqu'elle ſera pliée, ſoient parfaitement dans le même plan; ce qui eſt très-eſſentiel, ſans quoi, lorſque le reſſort ſera dans le barrillet, il frotteroit par ſes bords ſur les parois du fond & du couvercle.

1285. Le reſſort ainſi plié, il ſera fait; & il ne reſtera qu'à l'éprouver, & à le placer pour cela dans ſon barrillet; mais auparavant, il faut faire le crochet de l'arbre de barrillet, & placer le crochet à la virole.

5°, *Faire les crochets de l'Arbre & du Barrillet pour le Reſſort.*

1286. On fera le crochet de l'arbre de barrillet, dont le côté qui doit entraîner le reſſort eſt indiqué par le rochet d'encliquetage; on creuſera le devant ou le côté, ſelon lequel l'arbre tourne, lorſqu'on le remonte; & ce crochet ne ſera ſaillant au dehors de l'arbre, que d'un peu plus que l'épaiſſeur du reſſort à l'endroit de l'œil: le derriere du crochet eſt limé en rond.

1287. Pour le crochet de la virole, on percera dans le milieu de ſa largeur priſe en dedans, un trou qui ait une ligne de groſſeur; on taraudera ce trou, & on le mettra un peu en chanfrein par le dehors: on fera ſur le même taraud un bout de vis d'acier, portant une petite tête quarrée; on fera entrer cette vis par le dedans de la virole, juſqu'à ce que la tête (qui ne doit avoir au plus qu'une demi-ligne d'épaiſſeur, & doit être plus étroite que l'ouverture faite au bout du reſſort pour le crochet) porte contre la virole; on coupera l'excédent de la vis en dehors de la virole: on poſera la tête contre une bigorne, & on rivera cette vis ſur la virole: on prendra une lime à fendre, & on fera à la tête, tout contre la virole, une entaille dans laquelle devra s'accrocher le bout extérieur du reſſort: on aura ſoin de faire cette entaille du côté convenable, pour que le reſſort étant bandé par l'arbre, s'y accroche: or ce côté eſt indiqué par le crochet de l'arbre.

1288. Les crochets de barrillet & de l'arbre étant faits, on mettra le reſſort dans le barrillet; pour cet effet, on mettra ſur l'arbre de la manivelle *à plier les reſſorts* le plus petit arbre à crochet dont on s'eſt ſervi, & on entourera le reſſort deſſus cet arbre, enſorte qu'il occupera un petit volume, & qu'il pourra entrer dans le barrillet; en ce moment, on fera entrer le barrillet contre l'arbre qui porte le reſſort; & quand celui-ci ſera dans la virole, on le lâchera, ce qui fera qu'il ſe développera, & que le dedans de la virole le contiendra; & qu'enfin le vuide ou intervalle entre les ſpires ſe trouvera dans le milieu du barrillet; & c'eſt de ce vuide, & du nombre des tours de ſpires de la lame, que dépend le nombre des tours de bande que le reſſort peut faire.

1289. Le reſſort ainſi placé dans le barrillet, on le fera deſcendre contre le fond, enſorte que le bord de la lame deſcende au-deſſous du drageoir du couvercle.

1290. On préſentera le barrillet contre l'arbre à manivelle, afin de voir ſi le bout extérieur du reſſort eſt accroché; pour cet effet, on tiendra d'une main le barrillet immobile, tandis qu'avec l'autre on tournera la manivelle, & on fera accrocher le reſſort au crochet de la virole: ſi le reſſort ne s'accrochoit pas, ce ſeroit une preuve ou qu'il ſeroit mal fait, ou que l'ouverture du bout du reſſort n'eſt pas aſſez large; on corrigera donc l'un ou l'autre défaut.

1291. On mettra l'arbre de barrillet à ſa place, & avant de mettre le couvercle, on verra ſi le crochet entre dans l'ouverture de l'œil du reſſort, & s'il s'y accroche; & ſi ce crochet eſt de côté, ou trop large, on y touchera en conſéquence; cela fait, on mettra le couvercle.

Eprouver le Reſſort.

1292. On attachera le quarré de l'arbre dans l'étau, & on fera tourner le barrillet juſqu'à ce que le reſſort ſoit entiérement tendu, & qu'on ne puiſſe plus le faire tourner; on fera une marque ſur le barrillet, & on s'en ſervira pour compter les tours que le reſſort fera faire au barrillet, en le laiſſant ſe développer (c'eſt ce qu'on appelle *voir combien le reſſort fait de tours*): ſi le reſſort ne fait pas le nombre de tours que l'on demande, ſavoir ſept tours & $\frac{1}{2}$ (712), c'eſt une preuve que la lame eſt trop épaiſſe ou trop longue; pour connoître ſi le reſſort eſt trop fort, on attachera une corde à la circonférence du barrillet, & on en entourera la virole de pluſieurs tours; on chargera cette corde de pluſieurs poids: ſi le reſſort étant au haut ſoutient plus de ſix à ſept livres, c'eſt une marque qu'il eſt trop fort; & dans ce cas, il faudra l'ôter du barrillet, & amincir la lame dans toute ſa longueur, en l'attachant pour cela ſur le bois tenu par l'étau, de la même maniere qu'on l'a fait en le limant en premier: mais ſi au contraire le reſſort bandé ſoutenoit moins de ſix livres; pour augmenter le nombre de ſes tours, il faudroit en couper par le bout extérieur; on en coupe plus ou moins, ſelon que le reſſort fera moins de tours qu'il n'eſt beſoin: pour donner un tour de plus, les Faiſeurs de reſſorts coupent un bout d'environ dix à douze pouces; on refera l'ouverture, & on l'eſſaiera dans le barrillet, par la même méthode.

1293. Mais il eſt bon de ſavoir que ſi un reſſort eſt trop accourci, qu'au lieu d'augmenter le nombre de tours, en le recoupant encore, on le diminue: c'eſt à l'uſage à fixer ces limites; on en juge par le vuide que laiſſe le reſſort dans le milieu du barrillet, & par le nombre de tours des ſpires dans le barrillet.

1294. On augmente le nombre des tours du reſſort, en diminuant l'arbre de barrillet; mais lorſque l'arbre a la proportion que nous avons indiquée (817), on doit plutôt amincir la lame, parce qu'un trop petit arbre rend le reſſort ſujet à caſſer.

1295. Le reſſort ainſi terminé, on attachera l'arbre à l'étau, & on entourera la virole d'une corde, afin de connoître par des poids, la force du reſſort, & de régler en conſéquence l'étendue des arcs du régulateur, & la peſanteur de la lentille.

1296. Quand le reſſort ſera terminé, on mettra l'arbre en cage, afin de couper le quarré au raz du cadran; pour cet effet, on poſera la fauſſe-plaque & le cadran ſur la platine des piliers; & avec l'angle d'une lime à arrondir, on marquera un trait à fleur du cadran; on marquera de même à fleur du dehors de la ſeconde platine, un trait ſur le pivot de l'arbre; on coupera ce pivot ſur le tour avec le burin, & en arrondiſſant le bout que l'on adoucira & que l'on polira après que l'excédent du pivot ſera emporté; on coupera le quarré par l'endroit marqué avec une lime à fendre; on arrondira un peu ce bout, pour faciliter l'entrée de la clef, & on l'adoucira: on fera enfin une clef qui entre juſte ſur ce quarré.

X. *De l'Echappement de l'Horloge; De la maniere de l'exécuter, pour le rendre* iſochrone. *Du Régulateur.*

1297. Nous avons traité ci-devant de toutes les opérations de la main-d'œuvre, qui concernent le mouvement de l'Horloge, la cadrature, &c; il nous reſte maintenant à parler de l'échappement; & c'eſt pour mieux remplir notre objet, en rendant cet article utile, que nous preſcrirons les moyens que l'on doit employer pour exécuter un échappement, & le rendre capable de corriger les inégalités de la force motrice.

1298. Nous ne nous arrêterons pas ici aux principes de conſtruction d'un tel échappement ; cette matiere étant traitée dans la ſeconde Partie, Chap. XVI & XVII, il ne ſera queſtion ici que de la main-d'œuvre.

1°, *Faire la Tige d'Echappement qui porte l'ancre ; le Coq d'échappement de l'avance & retard.*

1299. L'ancre *A* d'échappement (*Pl. V, fig.* 1) entre quarrément ſur le bout d'une tige qui porte deux pivots ; le pivot fait ſur le bout où eſt placé l'ancre, roule dans le trou de la platine des piliers, & l'autre dans un pont *A H* (*fig.* 1) attaché en dehors de la ſeconde platine : c'eſt ce pont qu'on appelle le *Coq d'échappement*. Le coq d'échappement, vu en perſpective (*fig.* 19), eſt formé d'une ſeule piece fondue : la patte *I* ſert à l'attacher à la platine, avec une vis : la partie recoudée *G* s'éleve au-deſſus de la platine, à la hauteur du deſſus du tout-ou-rien ; c'eſt le deſſous de cette partie coudée *G* qui reçoit le ſecond pivot de la tige d'échappement : la branche *H* s'éleve perpendiculairement au-deſſus du coude *G* : c'eſt cette branche, qui a environ ſix lignes de longueur, qui porte le pendule. Pour cet effet, cette branche *H* eſt percée de deux petits trous, à travers leſquels paſſe un fil de ſoie *K* dont les bouts repaſſent en deſſus ; un bout du fil eſt noué pour être retenu par le deſſus de la branche, & l'autre bout du fil entre dans un trou fait au pivot prolongé *e* (le fil eſt noué pour s'arrêter au trou de ce pivot) ce pivot qui roule dans le trou fait à la branche *A*, eſt formé au bout d'une tige qui porte à ſon autre extrémité un ſecond pivot qui roule dans un trou fait au bord de la fauſſe-plaque, dans la ligne de midi ; ce ſecond pivot prolongé eſt limé quarrément, pour y faire entrer une clef : or comme le fil fait deux tours ſur le pivot *e*, on voit que ſi l'on fait tourner cette tige d'un ou d'autre côté, on accourcit ou on alonge la partie *K* du fil ; & comme le pendule s'accroche à ce fil *K*, & que le point de ſuſpenſion ſe fait immédiatement ſur le deſſous ou bord de la branche *H*; il ſuit de-là, qu'en tournant cette tige par ſon quarré, on alonge ou l'on accourcit le pendule; & que par conſéquent, on fait avancer ou retarder l'Horloge: c'eſt pour cette raiſon, qu'on appelle cette tige *Avance* & *Retard*: on fend la branche *A*, afin qu'elle faſſe reſſort, & preſſe le pivot *e* de l'avance & retard.

1300. Le bout de la tige de l'ancre du côté du pivot qui roule dans le trou du coq, porte une aſſiette qui s'y ajuſte à frottement; c'eſt ſur cette aſſiette qu'eſt rivée la fourchette *F* (*fig.* 2) : l'effet de cette fourchette eſt de communiquer au pendule la force du moteur, & d'entretenir, par ce moyen, le mouvement du régulateur, en lui reſtituant la force qu'il perd à chaque vibration.

1301. Le bout *F* de la fourchette eſt recoudé d'équerre; le bout recoudé a environ ſix lignes de longueur, & deux de largeur; il eſt fendu dans ſa longueur pour y laiſſer paſſer la verge du pendule. Dans les courts pendules les verges (c'eſt-à-dire, la partie qui porte la lentille) ſont faites avec du fil de fer, ſur lequel on chauſſe, à l'endroit *F* de la fourchette, une petite plaque large de deux lignes, laquelle entre juſte par ſes côtés dans l'ouverture de la fourchette; cette plaque ſert à empêcher que la lentille ne tourne ſur elle-même, & que par conſéquent elle ne ſorte du plan de mouvement du pendule, & ne préſente tantôt l'angle, & tantôt ſa face; effet qui changeroit totalement la durée des oſcillations: cette plaque portée par la verge du pendule, doit être moins large que la fente de la fourchette, afin de laiſſer la liberté au pendule de prendre ſon à plomb.

1302. Pour revenir à l'exécution de l'échappement, on fera d'abord le coq d'échappement *A* (*fig.* 2), ſelon les dimenſions indiquées ci-deſſus, & ſelon la figure perſpective *A G H I* (*fig.* 19); on en fera un modele en bois, ſur lequel on fera jetter en fonte, avec de bon laiton; on écrouira toutes les parties du coq, & ſur-tout la partie *A*, qui doit faire reſſort pour le pivot de l'avance & retard, & la la partie G dans laquelle doit rouler le pivot de la *tige d'ancre ;* on limera & on dreſſera ce coq.

1303. On fera la tige d'ancre; on prendra pour cela de l'acier quarré que l'on rendra rond, & auquel on donnera trois quarts de ligne de groſſeur, & pour longueur, celle qui eſt néceſſaire pour former les pivots qui roulent, l'un dans le trou de la platine des piliers, & l'autre dans celui du coq: pour déterminer cette longueur, on préſentera le coq contre le bord de la cage, & on marquera ſur la tige la longueur qu'elle doit avoir.

1304. On tournera cette tige, qui doit être un peu plus petite ſur le bout qui doit porter la fourchette; enſuite l'on formera au bout le plus gros un quarré, que l'on reculera à deux lignes ou environ au-deſſus de la roue d'échappement; on trempera la tige, & on la fera revenir bleue; on la dreſſera, & on formera ſes pointes ſelon les regles preſcrites (891); on l'adoucira & on la polira; on adoucira & on polira le quarré; pour cet effet, on prendra, pour le dreſſer, une petite lime d'acier non trempé & ſans taille, ou bien un bout de verge de fer; c'eſt ce qu'on appelle *lime de fer*, avec laquelle l'on emploiera de la pierre à huile broyée; & pour polir ce quarré, on ſe ſervira d'une verge d'étaim limée plate; on appelle cela une *lime d'étain ;* & en employant du rouge fin d'Angleterre.

1305. La tige d'ancre ainſi faite, on formera ſes pivots; on commencera par celui du côté du quarré, lequel on fera un peu plus petit que ceux de la roue d'échappement; on le fera ſelon la méthode indiquée (903 & 904): ce pivot étant fait, on poſera la tige à travers le bord de la cage, en faiſant porter la portée du pivot contre le dedans de la platine des piliers; on poſera le coq ſur le dehors de la ſeconde platine, & tout contre la tige d'ancre; en cet état, on marquera par le deſſous G du coq l'endroit de la tige où l'on doit lever la portée du ſecond pivot; on formera ce pivot, qu'on tiendra de la même groſſeur des pivots de la roue d'échappement.

1306. Pour poſer la tige d'ancre, on obſervera qu'elle doit être placée le plus près qu'il ſe pourra de la roue d'échappement, & en laiſſant ſeulement autour du quarré de la force pour l'ancre: cette tige d'ancre doit être placée ſur la ligne de midi: on tirera donc, pour marquer ſa poſition, un trait en dedans de la platine des piliers, qui paſſe du centre de la platine (*fig.* 1), & qui aille joindre le trait que l'on a fait en *A*, à travers le bord, lorſqu'on a trouvé la ligne de midi pour faire l'emboîtage (1155); on marquera par le centre du trou de la roue d'échappement un trait de compas de la grandeur de cette roue; on percera un trou pour le pivot de la tige d'ancre qui ſoit diſtant d'une ligne du trait ou cercle qui repréſente la roue.

1307. On appliquera la ſeconde platine ſur le dehors de celle des piliers, au moyen de ſes tenons (pour cet effet, il faut ôter toutes les pieces qui ſont attachées à ces platines): on percera les trous l'un ſur l'autre; ainſi l'on aura l'endroit de la ſeconde platine où doit paſſer la tige d'ancre pour être droite en cage: on aggrandira le trou de la ſeconde platine, afin d'y faire paſſer le bout de la tige d'ancre; on la mettra en cage; ainſi il y aura un bout de la tige qui ſaillera en dehors de la ſeconde platine pour aller porter ſur le coq d'échappement.

1308. Pour poſer le coq d'échappement de maniere qu'il ne change pas la poſition droite de la tige d'ancre, on percera à ce coq le trou pour le pivot qui doit y rouler; & on obſervera, pour cela, que pour le mieux il faut que ce trou coïncide avec le point de ſuſpenſion du pendule, c'eſt-à-dire, qu'il ſoit dans la même ligne que le deſſous de la branche *H*; on le percera donc en conſéquence, & en ſe réglant ſur la groſſeur du pivot qui doit y rouler; on aggrandira ce trou, & on y fera entrer le pivot; alors on appliquera le coq ſur la platine, en faiſant entrer le trou ſur ſon pivot: on attachera la patte du pont avec la ſeconde platine, au moyen d'une tenaille à vis, ayant attention de ne pas contraindre ce coq, lequel ne ſe trouve arrêté que par le pivot qui caſſeroit, ſi on le preſſoit d'un ou d'autre côté: il faut donc que la tige tourne librement ſans qu'elle gêne au trou de la ſeconde platine, mais en y paſſant juſte, tandis que ces pivots roulent dans leurs trous; en cet état, on percera à travers la patte du coq & de la platine, le trou pour la vis du coq; on fera cette vis; on taraudera le trou de la platine; on aggrandira le trou de la patte, pour que la vis y entre librement; on attachera le coq ſur la platine, & le trou de pivot fait en *H*, portant ſur le pivot de la tige d'ancre qui doit tourner librement ſans gêner au trou de la ſeconde platine: alors on percera à travers la patte du coq & la platine deux trous qui ſerviront à mettre des pieds au coq pour l'arrêter en cette poſition.

1309. Les pieds du coq ainſi mis & le coq arrêté, on le démontera ainſi que la tige, & on fendra la ſeconde platine depuis le bord juſqu'au deſſous du trou fait pour la tige d'ancre, afin que la cage étant montée, on puiſſe mettre & ôter cette tige ſans lever les platines, mais ſeulement en levant le coq; enſuite on fera la fourchette.

1°, *Remarque ſur la longueur à donner à la Fourchette.*

1310. Si on faiſoit agir la fourchette fort près du point de ſuſpenſion du pendule, il arriveroit qu'au lieu de tendre à mouvoir le pendule, elle ne feroit que faire fléchir le fil de ſuſpenſion, enſorte que l'Horloge ceſſeroit bientôt de marcher, & que la force du moteur ſe conſumeroit à mouvoir de côté & d'autre le crochet de ſuſpenſion: pour éviter ce défaut très-eſſentiel, on donnera au moins pour longueur de la fourchette un tiers de la longueur du pendule; ainſi pour cette Horloge, dont le pendule doit être de neuf pouces paſſés, on donnera au moins trois pouces de longueur à la fourchette, depuis *F* juſques en *H* (*fig.* 2).

1311. Pour faire la fourchette, on prendra du laiton qui ait trois quarts de ligne d'épaiſſeur, deux lignes $\frac{1}{2}$ de largeur, & de longueur trois pouces $\frac{3}{4}$; on coudera d'équerre le bout *F*, auquel on donnera ſix lignes de long; & on écrouira ce bout & le reſte de la fourchette; on percera à l'autre bout un trou pour y river l'aſſiette; ce trou aura une ligne $\frac{1}{2}$ de groſſeur; on limera rond l'intervalle entre *H* & *F*, & on réſervera autour du trou la force convenable: on percera un bout de fil de laiton qui ait trois lignes $\frac{1}{2}$ de longueur pour le canon de cette fourchette, & de ſorte que ce trou du canon entre à frottement ſur le bout de la tige d'ancre; on tournera ce canon ſur un arbre liſſe; on y levera ſur le bout, la portée ou aſſiette pour y river la fourchette; on rivera cette fourchette; on fera en *F* la fente pour y paſſer la verge du pendule; cette fente doit aller tout contre le coude; mais elle ne doit pas couper le bout, il faut au contraire y réſerver une petite épaiſſeur ou traverſe qui retienne la fourchette pour l'empêcher de fléchir; cette fente aura environ une demi-ligne de largeur; on achevera de l'élargir, quand on aura monté le pendule.

1312. Cela fait, il faudra faire l'avance & retard; pour cela, on aſſemblera la cage, la fauſſe-plaque & le coq d'échappement; on prendra du fil d'acier tiré rond, ſi l'on en a, ou ſinon on prendra de l'acier quarré que l'on rendra rond: on donnera pour groſſeur à cette tige une ligne $\frac{1}{2}$; & pour ſa longueur, on ſe réglera ſur la hauteur qu'il y a depuis la fauſſe-plaque juſqu'à la partie *A* du coq, & en y joignant en ſus la longueur du pivot ſur lequel la ſoie doit s'entourer, & la longueur du quarré qui doit ſaillir le dehors de la fauſſe-plaque; on tournera cette tige dans toute ſa longueur, & on formera les deux pivots, qui pourront avoir au plus une ligne de diametre: le pivot ſur lequel la ſoie de ſuſpenſion s'entoure aura environ ſix lignes de longueur, & l'autre en aura trois; on fera donc les portées de ces pivots en conſéquence, & en ſe réglant ſur la hauteur ou intervalle qu'il y a depuis le dedans de la fauſſe-plaque juſques au dedans de la branche *A* du coq d'échappement.

1313. L'avance & retard étant tournés, on percera tout au bord de la fauſſe-plaque, & ſur la ligne de midi, un trou qui ſoit de la groſſeur du court pivot, ſur lequel on doit former le quarré ; & on percera de même à la branche *A* du coq un trou pour y faire entrer l'autre pivot de l'avance & retard ; on percera le trou à la diſtance convenable de *H*, pour que la tige ſoit parallele aux bords de la cage ; on mettra ainſi l'avance & retard en cage : on fera, à fleur du dehors de la fauſſe-plaque, un quarré qui doit ſervir à faire tourner cette tige avec une clef de montre : on percera à travers le pivot prolongé *e*, un petit trou pour y paſſer le fil de ſoie ; ce trou doit être placé dans le milieu de la longueur du pivot ; on fera ce trou d'environ deux douziemes de ligne de groſſeur, qui doit être celle du fil : on percera le bras *H* du coq de deux trous, à travers leſquels la ſoie de ſuſpenſion doit paſſer.

1314. Pour percer ces trous de la ſoie de ſuſpenſion, on obſervera qu'ils doivent être placés dans une ligne qui ſoit parfaitement parallele à l'axe ou tige d'ancre ; car ſi ils y étoient inclinés, le plan de mouvement du pendule ſe feroit obliquement à celui de la fourchette, enſorte que celle-ci feroit décrire au pendule des eſpeces d'ellipſes, c'eſt-à-dire, que la lentille ſe mouvroit en même-temps de droite à gauche, & en s'approchant & s'écartant alternativement du plan de la platine ; ce qui dérangeroit l'iſochroniſme des vibrations : ainſi pour marquer les trous de ſuſpenſion, on tracera une ligne en deſſous de la branche *H* dans ſa longueur, qui ſoit perpendiculaire au plan de la platine ; ce que l'on fera avec une équerre.

1315. Pour déterminer l'élévation du pendule au-deſſus de la ſeconde platine, on mettra le tout-ou-rien en place, ainſi que le timbre, que l'on attachera ſur la platine avec ſon porte-timbre ; on prendra, avec un compas, la diſtance qu'il y a depuis la platine juſqu'au milieu de l'intervalle entre le deſſous du timbre & le reſſort *d y* du tout-ou-rien ; on portera cette hauteur en deſſous de la branche *H* du coq, & on fera une marque à travers la ligne qu'on y a tracée : cette marque déſignera l'endroit où le pendule doit être ſuſpendu pour paſſer également entre le tout-ou-rien & le deſſous du timbre ; on percera donc les trous de la ſoie de ſuſpenſion à égale diſtance de cette marque, c'eſt-à-dire, une ligne ou environ ; ainſi ces deux trous ſeront diſtants l'un de l'autre de deux lignes, & ils ſeront placés exactement ſur la ligne que l'on a tracée avec l'équerre ſous la branche *H* : on fera un foret qui ait au plus deux douziemes de ligne de groſſeur ; & on percera les trous pour la ſoie de ſuſpenſion : on fendra, avec une ſcie mince, la branche *A* depuis le bout juſques tout contre le deſſus de *H*, afin que cette branche fléchiſſe & retienne l'avance & retard à frottement, & que la peſanteur du pendule ne puiſſe faire tourner cette tige. Pour produire ce frottement, dès que la branche ſera fendue, on ſerrera le bas *H* à coups de marteau, enſorte que la fente ſe rapprochera, & que le pivot n'entrera plus dans ſon trou qu'à force.

2°, *Fendre la Roue d'échappement, en achever les Dents, & finir les Croiſées.*

1316. L'échappement iſochrone, dont nous nous propoſons de donner ici la maniere propre à l'exécuter, eſt repréſenté (*Planche XXIII, fig. 3*) : cet échappement n'eſt point à repos comme celui que nous avons décrit (*396*), ni à auſſi grand recul que celui à ancre, repréſenté (*Planche V, fig.* 1) ; mais ſon recul eſt moyen entre le repos du premier, & le recul du ſecond.

1317. Dans un tel échappement les dents de la roue doivent agir par leurs côtés droits, ainſi que cela eſt néceſſaire pour l'échappement à repos : les devants de ces dents doivent être dirigés au centre de la roue : ces dents doivent être aſſez profondes & dégagées, comme on le voit dans la figure, afin de permettre aux pattes de l'ancre d'y pénétrer, & donner la liberté au pendule de décrire des grands arcs, lorſque le reſſort moteur eſt monté en haut.

1318. Avant de fendre la roue, il faudra la tourner parfaitement ronde ſur le bord, faiſant pour cet effet rouler ſes pivots dans des trous de broches à lunettes, (980).

1319. On choiſira une fraiſe à roue de rencontre qui ſoit mince, & propre à donner la figure des dents, telle qu'elles ſont repréſentées dans la figure troiſieme ; on la mettra ſur ſon arbre, & on placera l'arbre ſur l'*H*, & de ſorte que le côté droit de la fraiſe paſſe par le centre du taſſeau : on rendra l'arbre bien juſte par ſes pointes, & on arrêtera les contre-écrous ; enſuite l'on placera la roue ſur le taſſeau, & on obſervera de la tourner du côté convenable, pour que le devant de la fraiſe forme le devant des dents ſelon le côté que doit tourner la roue lorſqu'elle eſt dans ſa cage : or ce côté eſt indiqué par la roue de longue tige *D* (*Pl. V*, *fig.* 1) qui doit tourner ſelon l'ordre des chiffres du cadran ; mais comme dans la figure premiere ces roues ſont vues par le dedans de la platine des piliers, la roue de longue tige, vue par ce côté, doit tourner de *D* en *d H*, & la roue d'échappement de *F* en *E* : on marquera donc le côté du devant des dents du côté contraire où elles ſont repréſentées dans la figure, parce que dans cet échappement (*fig.* 1) les dents agiſſent par le derriere (427), au lieu que, comme nous venons de le dire, pour l'échappement iſochrone, il faut le faire agir par le devant ; on placera donc en conſéquence la roue ſur le taſſeau de la machine à fendre, & on la *centrera* ſelon la méthode preſcrite (435 & 446) ; on fera d'abord une dent en enfonçant la fraiſe juſques à ce que la pointe de la dent ſoit aiguë, ou ſi, la fraiſe étant trop mince, on étoit obligé de trop enfoncer la fraiſe pour rendre les dents aiguës, on ne la feroit enfoncer que de la quantité repréſentée dans la figure trois, & on fendroit ainſi toutes les dents; & pour achever de les rendre en pointes, on retireroit le porte-fraiſe un peu ſur le côté du derriere des dents, & on emporteroit la matiere requiſe pour les mettre en pointe, en leur conſervant la figure repréſentée.

1320. La roue ainſi fendue, on l'ôtera de deſſus le taſſeau; on prendra une lime carrelette douce, & on limera les côtés de la roue, pour emporter les bavures faites par la fraiſe; on placera un cuivrot ſur le pignon, & on mettra la roue ſur le tour; on fera un trait pour régler la largeur du champ de la roue; & on fera de même pour le centre: ainſi l'on ſe réglera bien exactement ſur ces traits, pour achever les croiſées de la roue, afin qu'elle reſte parfaitement d'équilibre; & ſi cela n'étoit pas, il faudroit limer un peu plus du côté le plus peſant: les croiſées achevées & polies, on mettra la roue ſur le tour, en faiſant tourner les pivots dans les trous des broches à lunettes; en cet état on friſera légérement & avec beaucoup de précautions, les pointes des dents, afin de rendre la roue parfaitement ronde.

1321. On mettra un morceau de liege à l'étau; on fera poſer les dents de la roue ſur le devant du liege, en préſentant le devant des dents en deſſus: on prendra une petite lime à arrondir fort douce, & on limera légérement le devant des dents, pour emporter les traits de la fraiſe; mais on aura grand ſoin que la lime poſe bien à plat, & ôte de l'étoffe également, en ménageant ſur-tout les pointes, pour ne pas changer la juſteſſe de la roue; enſuite l'on menera les traits de la lime ſelon la longueur des dents; ce que les Ouvriers appellent *étirer en long*.

1322. On mettra le *bois à arrondir* dans l'étau, en place du morceau de liege; on prendra une lime douce à *roue de rencontre* (ſorte de lime à feuille de ſauge, plus petite, & taillée ſeulement d'un côté); on adoucira le derriere des dents, en allant juſqu'à la pointe dont on ôtera le petit angle

angle qui la termine par le derriere de la dent, mais en ménageant extrêmement la pointe dont on n'en doit pas ôter, pour ne pas rendre la roue mal ronde : on en fera autant à toutes les dents, & on les étirera en long; on prendra une pierre douce à eau : on aura un verre d'eau; on poſera la roue ſur le morceau de liege attaché à l'étau, & dreſſé par-deſſus; on adoucira les côtés de la roue avec la pierre à eau, enſorte qu'elle emportera toutes les bavures faites en finiſſant les dents & les croiſées : on nettoiera la roue, & elle ſera finie, enſorte que l'on pourra tracer l'ancre d'échappement.

1323. Cet échappement, pour rendre les oſcillations iſochrones, eſt repréſenté *II Partie*, (*Planche XXIII, fig.* 3) : nous l'avons fait voir très-en-grand, afin que l'on puiſſe aiſément diſtinguer les traits de conſtruction, & le concevoir plus facilement : alors il ne ſera pas difficile de le tracer en petit d'après les regles preſcrites.

3°, *Tracer l'Ancre, pour former l'Echappement.*

1324. Pour tracer l'ancre d'échappement, on prendra une plaque de laiton mince, bien dreſſée & adoucie, qui ait environ trois ou quatre pouces en quarré; je l'appellerai le *Calibre d'échappement* : on marquera ſur un des bords de la plaque la grandeur juſte de la roue; par ce centre l'on percera un trou dans lequel entre juſte le tigeron du pignon du deſſous de la roue, & de ſorte que la roue s'applique tout contre la plaque; pour cet effet, on ôtera les rebarbes du trou avec un foret; on verra ſi le trait que l'on a fait pour la roue eſt exactement de la grandeur de cette roue, & eſt parfaitement concentrique : ſi cela n'eſt pas, on l'effacera, & on en fera un nouveau bien fin, & qui paſſe juſte par la pointe des dents.

1325. On prendra avec un compas ſur le dedans de la platine des piliers (*Planche V, fig.* 1), la diſtance qu'il y a du centre de la roue d'échappement juſqu'au trou du pivot de la tige d'ancre : on portera cette diſtance ſur la plaque de laiton, & on tracera du centre *B* de la roue la portion de cercle *b c* : on percera en *a* un petit trou de la groſſeur du pivot de la tige d'ancre ; ce trou repréſentera le centre de l'ancre ; de ce centre on tirera la ligne *a b* qui ne faſſe que toucher la circonférence *b c* de la roue : ſi par ce point *b* d'attouchement on tire le rayon *B b*, il ſera perpendiculaire à *b a* (ainſi qu'on le démontre en Géométrie) ; & ſelon les principes de Méchanique l'action des dents de la roue doit ſe faire au point *b* ſur l'ancre : ainſi *a b* eſt la longueur qu'il faut donner au bras de l'ancre, pour que la roue agiſſe ſur lui de la maniere la plus favorable au mouvement.

1326. On poſera la roue ſur la plaque de laiton ; on poſera une pointe du compas ſur le trou de l'ancre, & avec l'ouverture de compas *a b*, on fera convenir l'autre pointe avec celle d'une dent *b* de la roue priſe en devant : pour cet effet, on tournera la roue ſelon qu'il ſera beſoin ; on tiendra la roue fixe ; on portera la pointe de compas de l'autre côté, pour voir ſi elle ſe préſente contre le derriere (*a*) de la pointe d'une dent *c* : ſi cela n'eſt pas, on changera l'ouverture du compas juſqu'à ce qu'elle paſſe en même-temps par les pointes des dents les plus prochaines des points de contacts *c*, *b* : on tracera les portions de cercles *b t*, *c p*, qui repréſenteront deux faces des pattes de l'ancre.

1327. Pour trouver les deux autres faces, il faut changer l'ouverture de compas, enſorte que les dents ayant parcouru la moitié de leur intervalle, elles paſſent par une ſeconde portion de cercle : mais comme cela ſe peut faire également ou en ouvrant le compas plus qu'il n'étoit, ou en le refermant de la moitié de l'intervalle d'une dent ; on choiſira de ces deux ouvertures celle qui fera moins différer la longueur des traits avec les points de contact *c b*, deſquels on doit s'écarter le moins qu'il eſt poſſible : on tra-

---

(*a*) La portion de cercle *c p* doit paſſer derriere la dent *c*, afin que l'angle *c* de la patte *c e* ne vienne pas arcbouter ſur le derriere des dents, à meſure que la dent *b* écarte le bras *b t*, & que celui *c* s'introduit entre les dents de la roue.

cera donc les deux autres faces de l'ancre *d s* ; *e q* que nous plaçons en dedans préférablement, pour diminuer l'eſpace que parcourt l'ancre, & par conſéquent le frottement de l'ancre : ainſi l'on aura les quatre faces des deux bras placées de ſorte à laiſſer échapper alternativement les dents à meſure que ces pattes pénetrent & s'écartent de la roue par le mouvement du pendule.

1328. Maintenant pour régler la longueur des pattes de l'ancre, on partira de l'étendue des arcs de levée (*399*) que l'on veut donner à l'échappement, que nous fixerons à cinq degrés de chaque côté, ou très-approchant.

1329. Pour marquer exactement cette levée de l'échappement, il faut avoir un demi-cercle gradué en degrés, dont on fera convenir le centre avec le trou du pivot d'ancre percé au calibre d'échappement ; on prolongera la ligne *a b* juſqu'en *f* bord du demi-cercle, & on tournera cet inſtrument juſqu'à ce qu'une de ces diviſions correſponde avec la ligne *b f*: on marquera en dedans un point *g* écarté de l'autre de cinq degrés ; par ce point on tirera une ligne qui paſſe par le centre de l'ancre ; elle marquera en *d* la quantité dont la patte doit être engagée, pour que la roue en l'écartant par le plan incliné, l'ancre décrive cinq degrés : ainſi pour avoir ce plan incliné, on tracera la ligne *d, b* qu'on fera paſſer par les points *d, b* où les droites *a f* ; *a g* qui meſurent l'angle *g a f* coupent les portions de cercle *d s* ; *b q* ; on aura donc la patte *d b* tracée.

1330. Pour tracer le plan incliné *c e*, on obſervera que puiſque la patte *d b* eſt engagée de cinq degrés, il faut que celle *c* ſoit ſituée en dehors de la roue, & toute prête à être miſe en priſe à meſure que l'autre s'écartera de la roue : ainſi l'extrémité du plan incliné doit être à la circonférence de la roue : on tirera donc par le point *c* la ligne droite *a c* prolongée juſques en *h* dehors du demi-cercle ; on poſera le demi-cercle ſur le centre *a*, & on fera convenir une diviſion de l'inſtrument avec la ligne *a h* ; on marquera en dehors un point *i* diſtant de *h* de cinq degrés ;

par ce point, & du centre *a*, on tirera la droite *a i*, & on aura l'angle *i a h*, qui ſera la meſure du plan incliné *c e*; on tirera donc la ligne *c e* qui paſſe par les points *c e*, où les droites *a h a i* coupent les portions de cercle *c p*; *e q*: ainſi l'on aura le plan incliné qui doit terminer la patte, & tellement ſitué, que lorſque la dent *b* aura écarté la patte *b d*, & fait parcourir cinq degrés, la patte *c e* ſera engagée de cinq degrés dans la roue; ainſi lorſque la dent *r* l'aura écartée pour échapper, la patte *c* aura décrit cinq degrés, & par conſéquent l'arc total de levée de l'échappement ſera de 10 degrés (*399*).

1331. L'échappement ainſi tracé ſeroit à repos, puiſqu'il eſt formé par des portions de cercle concentriques à *A* (*396*); mais comme un tel échappement ne corrigeroit pas les inégalités de la force motrice, ainſi que nous le ferons voir *Seconde Partie*, il faudra tracer ſur les faces de l'ancre des courbes *b l*; *e k* qui feront rétrograder la roue, à meſure que les pattes s'engageront dans les dents par l'augmentation de la force motrice.

1332. Pour tracer ces courbes de maniere à donner le recul qui m'a paru le plus convenable pour rendre les oſcillations iſochrones, voici les dimenſions que l'on ſuivra: on prendra avec un compas l'intervalle *b m* qui ſépare les portions de cercles *b t*; *d s*; on le portera trois fois ſur la portion de cercle, en partant de l'angle *b* du plan incliné; de cette troiſieme diviſion on marquera le point 4 avec la même ouverture de compas; de ce point & de celui *a* de l'angle du plan incliné, on menera la courbe *b l*, formée par un trait de compas qui aura pour ouverture la longueur *a b* qui a ſervi à former la portion de cercle *b t*.

1333. Pour trouver l'endroit où l'on doit poſer la pointe du compas, afin que la courbe que l'autre pointe doit tracer, paſſe en même-temps par les points *b*, 4, on poſera la pointe du compas ſur le point *b*, & avec l'autre l'on tracera la portion de cercle *n*; on poſera de même une pointe ſur le point 4, & avec l'autre on tracera la portion *n*; le point où elles ſe couperont ſera celui où la pointe du compas doit poſer pour tracer la courbe ou portion de cercle *b l*.

1334. Pour tracer l'autre courbe dans l'intérieur de la patte *c e*, on prendra la même épaiſſeur *e u* de cette patte; on partira de l'angle *e* du plan incliné, & on la portera trois fois ſur la portion de cercle *e q*; de la troiſieme diviſion on marquera, avec la même ouverture de compas, le point 4; par ce point, & par celui *e* de l'angle du plan incliné, on menera la courbe *e k*; on tracera cette courbe avec le compas, en lui donnant pour ouverture la diſtance *a e* qui a ſervi à former la portion de cercle *e q*; pour trouver le point *o*, où l'on doit poſer la pointe du compas, afin que l'autre pointe paſſe en même-temps par le point *k*, & celui *e*, on poſera une pointe du compas ſur le point *e*, & de l'autre on tracera la portion de cercle *o*; on en fera autant en poſant la pointe ſur 4, & en traçant la portion de cercle *o*: l'endroit *o* où ces deux parties de cercle ſe coupent, ſera celui où l'on devra poſer la pointe du compas, pour faire paſſer la courbe par les pointes *e* & *k*.

1335. L'on aura donc la figure qu'il faut donner à l'ancre d'échappement tracée exactement, ainſi il ne reſtera qu'à l'exécuter d'après ces dimenſions.

4°, *De l'exécution de l'Ancre d'échappement.*

1336. Pour faire l'ancre, on prendra de l'acier qui ait deux lignes d'épaiſſeur, & ſoit de la largeur propre à y former l'ancre tel qu'il eſt repréſenté ſur le calibre d'échappement, & de la longueur requiſe; on le laiſſera plus long & plus large qu'il n'eſt beſoin, afin d'avoir de l'eſpace pour tracer ſa figure: on percera un trou de la groſſeur convenable, afin qu'étant étampé, il entre juſte ſur le quarré de la tige d'ancre; on étampera ce trou, & on le rendra bien quarré, & enſorte que l'ancre entre à force ſur le quarré de la tige, & de maniere que la moitié de ſon épaiſſeur ſoit à la même élevation du rochet d'échappement ; ce que l'on verra en préſentant la tige ſur le bord de la cage, tandis que la roue eſt en cage : l'ancre ainſi étampé, on le limera à plat des deux côtés, & bien droit, & on l'adoucira avec une carrelette.

1337. Pour former l'ancre ſelon les traits marqués ſur le calibre, on peut le faire de deux manieres, ou en tranſportant ſur l'ancre les traits du calibre, ſelon les dimenſions que nous venons de preſcrire ; ou bien on peut découper très-exactement l'ancre tracé ſur le calibre, & l'appliquer enſuite ſur la plaque d'acier qui doit former l'ancre, & tracer ſur cette plaque le contour de l'ancre : pour cet effet, il faut arrêter le calibre ſur l'ancre, en faiſant paſſer un arbre liſſe dans les trous de l'un & de l'autre, & en ſerrant le calibre contre l'ancre avec des tenailles à vis. Cette méthode eſt la plus facile à mettre en uſage ; mais la premiere eſt préférable pour la juſteſſe : il eſt vrai qu'il faut des précautions pour rapporter exactement la figure de l'ancre ſur la plaque d'acier telle qu'elle eſt tracée ſur le calibre ; on le fera à peu près de la maniere ſuivante.

1338. On prendra avec le compas le rayon *a b* qui a ſervi à former les portions de cercle *b t* ; *c p* ſur le calibre d'échappement, & on tracera ſur l'ancre ces portions de cercle, mais en obſervant à les tracer ſur le côté convenable ; ce qui eſt donné par le plus grand côté du trou qui eſt celui ſur lequel on doit poſer la pointe pour tracer les portions de cercle *b t* ; *c p* ; on tracera de même les portions de cercle intérieures *e q* ; *d s* ſur l'ancre, en prenant la meſure ſur le calibre ; on limera, ſelon ces portions de cercle, le dedans *d s*, & le dehors *c p*, & fort exactement.

1339. On appliquera l'ancre contre le calibre en faiſant convenir les centres ; ce que l'on fera en faiſant paſſer un arbre liſſe à travers le trou de l'ancre & du calibre ; on marquera ſur les portions de cercle limées l'extrémité *c* & *d* des pattes.

1340. On poſera une petite regle ſur une des pattes ;

& on la dirigera ſelon les lignes prolongées pour les plans inclinés *d b* ; *e c* ; & on tracera ſur la plaque de l'ancre les plans de l'ancre qui devront paſſer exactement au-deſſus des lignes du calibre : on en fera autant à l'autre patte ; enſuite l'on portera trois fois, comme l'on a fait pour le calibre, l'épaiſſeur des pattes ; on tracera les courbes de la même maniere.

1341. L'ancre étant tracé, on le limera ſelon les traits ; & en le préſentant de temps à autre ſur le calibre, afin de vérifier ſi on le lime ſelon la forme du calibre.

1342. L'ancre ainſi ébauché & approché de la figure tracée ſur le calibre ſera prêt à être achevé ; mais avant de le faire, il faudra, pour plus de facilité & pour la perfection de l'échappement, faire une vis excentrique (119) ſur laquelle roule le pivot de la tige d'ancre ſitué à la platine des piliers ; pour cet effet on aggrandira ce trou auquel on donnera une ligne $\frac{1}{2}$ de diametre ; on prendra du fil de laiton tiré bien dur, ou pour le mieux, du laiton écroui ; on tournera le bout de maniere qu'il entre à force dans le trou de la platine, & retenu par derriere par une portée *V*, (*Planche V*, *fig*. 3) ; on limera l'autre côté à fleur de la platine, & on percera, un peu en dehors du centre, un trou dans lequel on fera entrer librement le pivot de la tige : ces ſortes de trous ne doivent pas être percés *d'outre en outre*, mais ſeulement de la profondeur néceſſaire pour que le bout du pivot roulant contre le fond du trou ait la hauteur néceſſaire en cage ; on appelle cela des *trous foncés* : pour aggrandir ces trous, il faut accourcir l'équarriſſoir, pour que ſon bout aggrandiſſe le trou ſelon la groſſeur du pivot ; on fait auſſi rouler l'autre pivot du côté de la fourchette, dans un trou foncé fait au coq : ces ſortes de trous, quand ils ſont bien faits, ſont très-bons ; ils ont cependant un défaut qui eſt que les ſaletés qui s'y introduiſent, & s'y arrêtent, au lieu que dans les trous ordinaires, elles en ſortent ; il eſt vrai que le frottement des pivots dans les trous foncés eſt moindre, parce qu'ils ſont retenus par leurs pointes, au lieu que les autres le ſont par leurs portées.

Achever l'Echappement.

1343. La vis excentrique étant faite, on mettra la roue d'échappement en cage, & l'on arrêtera les platines par des goupilles que l'on mettra aux piliers; on tournera l'excentrique, pour qu'il écarte, le plus qu'il pourra, le trou du pivot de la roue; on mettra l'ancre ſur ſa tige ainſi que la fourchette, & on mettra le tout en cage avec le coq d'échappement; on fera tourner la roue en avant d'une main, tandis qu'avec l'autre on retiendra la fourchette; & on verra ſi après qu'une dent de la roue a agi ſur le plan incliné, elle peut s'en échapper, & n'eſt point empêchée par l'autre patte, qui, étant trop épaiſſe, ne paſſe pas derriere la dent; ce qui ne peut pas manquer d'arriver, parce que par la conſtruction nous avons fait tenir les pattes de la moitié de l'intervalle d'une dent, au lieu qu'elles doivent être moindres, pour permettre qu'à meſure qu'une patte s'écarte de la roue, l'autre s'y engrene; ce qu'il ſera aiſé de voir par l'application: on limera donc l'extrémité de cette patte, afin que la dent l'abandonne; & s'il eſt néceſſaire, on accourcira un peu les pattes, en conſervant les plans de la même inclinaiſon; & on limera très-petit à petit l'ancre, de ſorte qu'à meſure qu'une dent *b* échappe de l'extrémité du plan incliné, la dent aille poſer ſur l'origine de la courbe, & non ſur le plan incliné; & cela avec très-peu de *chûte*, c'eſt-à-dire, qu'en même-temps qu'une dent échappe d'une palette, l'autre patte arrête la roue, enſorte que celle-ci parcoure très-peu de chemin par ce paſſage; ainſi toute l'action de la roue agira par un mouvement uniforme ſur les plans inclinés de l'ancre, pour reſtituer au pendule la force qu'il perd. Pour ôter les chûtes, on rapprochera l'ancre de la roue, en tournant l'excentrique.

1344. Il faut avoir attention, en limant & achevant l'ancre, de ne pas changer l'épaiſſeur des pattes; ce qui rendroit

droit les arcs de levée inégaux : c'eſt par les mêmes raiſons qu'il ne faut pas non plus changer l'inclinaiſon des plans *d b*; *c e*; & pour vérifier s'ils ſont inclinés convenablement, on verra ſi, après que les dents ont échappé de l'extrémité des plans, la dent qui va poſer ſur l'autre patte anticipe de la même quantité ſur la courbe; ſi cela eſt, c'eſt une preuve de l'égalité de levée; ſinon, on corrigera l'inclinaiſon de l'un ou de l'autre plan : on peut encore vérifier l'égalité de levée par la fourchette, en meſurant ſi le chemin qu'elle fait par la levée de chaque patte eſt égal : on vérifiera par le même moyen, ſi le mouvement rétrograde de la roue eſt produit de la même maniere par chaque courbe : on les terminera donc en conſéquence ; on adoucira & on dreſſera toutes les faces de l'ancre avec beaucoup d'attention.

1345. L'ancre étant ainſi achevé, on le trempera, on le blanchira avec de la ponce, & on fera revenir ſeulement avec un chalumeau le milieu à l'endroit du trou, afin qu'en enfonçant le quarré, ce trou ne ſe fende pas : on laiſſera les pattes de toute leur dureté.

1346. L'ancre ainſi trempé, on adoucira & on dreſſera ſes faces avec des limes de fer & de la pierre à huile broyée ; enſuite on polira ces mêmes faces avec une lime d'étaim & du rouge fin d'Angleterre, de ſorte qu'il ne reſte aucuns traits, & que par conſéquent le frottement des dents ſur l'ancre ſoit le moindre qu'il eſt poſſible : les faces de l'ancre & les plans étant polis, on vérifiera l'effet de l'échappement; & ſi une des pattes donnoit moins de chûte que l'autre, il faudroit l'uſer avec la lime de fer & la pierre à huile. Cela fait, on polira les autres parties de l'ancre.

5°, *De l'exécution du Pendule.*

1347. Le pendule eſt, comme nous avons dit, le régulateur des Horloges (*36*) ; & lorſqu'il eſt bien diſpoſé, c'eſt-à-dire, qu'il eſt peſant & bien ſuſpendu, il corrige aſſez bien les inégalités de la force motrice ;

mais de tels pendules ſont rarement appliqués aux Horloges ordinaires comme celle dont il eſt ici queſtion ; & c'eſt pour cette raiſon que nous avons donné, auſſi bien qu'il a été en notre pouvoir, les moyens d'y ſuppléer, en appliquant un échappement qui corrigera les inégalités de la force motrice : nous nous réglerons donc ici pour le pendule à la diſpoſition qu'on lui donne ordinairement, & que l'on peut employer dans nos cartels.

1348. La juſteſſe d'une Horloge dépend encore ſinguliérement, ainſi que nous le ferons voir *Seconde Partie*, du rapport de la force motrice à l'étendue des arcs du pendule, au poids de la lentille, &c ; mais comme nous le montrerons auſſi, il n'eſt pas facile dans les Horloges à reſſort de proportionner la force motrice au régulateur ; l'échappement dont nous venons de parler, ſuppléera à ce rapport, ſur-tout en y employant les précautions que nous indiquerons ci-après.

1349. La lentille d'une Horloge, comme celle qui nous occupe, peut avoir un pouce $\frac{1}{4}$ de diametre, deux lignes d'épaiſſeur, & peſer environ une once ; enſorte que par cette diſpoſition, elle ſera d'un poids à peu-près relatif à la force du grand reſſort, & à l'étendue des arcs de levée de l'échappement.

1350. Le pendule d'une Horloge ordinaire, eſt compoſé de quatre pieces ; 1°, de la lentille ; 2°, d'un bout de fil de fer qui ſe fixe à la lentille par un bout, & dont l'autre ſe fixe à la plaque qui entre dans la fourchette ; 3°, de cette plaque qui eſt de laiton ; & enfin d'un bout de fil de fer qui le fixe par un bout avec la plaque qui paſſe dans la fourchette, & dont l'autre bout eſt plié en crochet pour s'accrocher au fil de ſuſpenſion.

1351. Pour faire la lentille, on prendra du laiton qui ait trois lignes d'épaiſſeur, & un pouce $\frac{1}{2}$ de diametre, (ſi la place du cartel le permet, ainſi que nous le ſuppoſons) : on écrouira cette plaque ; on la percera à ſon centre d'un trou qui ait deux lignes de groſſeur ; on la coupera ronde, ſelon le trait du compas; on fera entrer cette plaque à force ſur un arbre liſſe; on la tournera, & on lui donnera une figure lenticulaire, réſervant pour cela le milieu de toute ſon épaiſſeur, & terminant le bord en tranchant, & ſelon la coupe repréſentée (*Planche XXII, fig. 6*); on l'adoucira, & on la polira.

1352. Pour faire la verge du pendule, on ſe ſert de fil de fer tiré; mais il ſeroit préférable de la faire d'acier, par la raiſon qu'il ſe dilate moins par la chaleur, & qu'il eſt moins ſujet à ſe courber: on prendra donc du fil d'acier tiré qui ait environ deux tiers de ligne de groſſeur, & neuf à dix pouces de longueur; on le coupera en deux parties, dont un bout ſoit de la longueur de la fourchette, & l'autre plus long qu'il n'eſt beſoin pour porter la lentille; on fera la plaque qui doit paſſer dans la fente de la fourchette; on prendra pour cela du laiton qui ait une ligne d'épaiſſeur, deux de largeur, & neuf de longueur: on écrouira cette plaque; on percera par ſes bouts deux trous ſelon la longueur de la plaque, & de groſſeur convenable pour pouvoir y faire entrer à force les bouts de fil d'acier; après qu'on les aura un peu limés en pointe, pour faciliter l'entrée, on donnera à chaque bout de ces trous une couple de ligne de profondeur; alors on y fera entrer à force les fils d'acier ou de fer: on limera la plaque bien droite, & d'égale épaiſſeur dans toute ſa longueur; on aggrandira la fente de la fourchette, pour que la plaque du pendule y entre ſelon ſon épaiſſeur, & bien juſte dans toute ſa longueur, afin qu'à meſure qu'on accourcit ou qu'on alonge la ſoie, cette plaque qui monte & deſcend dans la fourchette, le faſſe ſans jeu, & cependant librement, pour que le pendule puiſſe prendre ſon aplomb.

1353. Pour faire le crochet de la verge qui doit porter le pendule, il faudra recuire le bout du fil d'acier, afin de pouvoir le plier avec une pincette à bec rond; pour plier ce bout du pendule, il faut mettre en cage la fourchette chaſſée ſur ſa tige, en place le coq de ſuſpenſion, avec l'avance & retard, & y attacher un fil de ſoie de groſſeur à remplir exactement les trous de la branche *H* du coq : ce fil doit être arrangé ſelon que nous l'avons indiqué (1299) : on tournera le quarré de l'avance & retard, juſqu'à ce que le pli *K* du fil ſoit diſtant de quatre lignes du deſſous ; alors on préſentera le pendule, de ſorte que le milieu de la plaque ſoit vis-à-vis de la fourchette ; on marquera l'endroit où le pli du fil répond ſur le fil de fer ; c'eſt par cet endroit qu'il faudra le plier pour faire le crochet qui doit s'attacher au fil pour ſuſpendre le pendule.

1354. Maintenant pour couper le fil de fer de longueur convenable pour ce pendule, qui doit être de neuf pouces trois lignes pris du centre de ſuſpenſion au centre de la lentille ; on accrochera le pendule à la ſoie de ſuſpenſion ; on préſentera la lentille contre le bas du fil de fer, & avec un pied on meſurera la diſtance du centre de la lentille au-deſſous de la branche *H* ; on montera cette lentille ſur le côté du fil de fer, juſqu'à ce que ſon centre ſoit diſtant de *H* de neuf pouces trois lignes ; on marquera en ce moment ſur le fil de fer le bord de la lentille : ainſi cette marque déſignera l'endroit où le bord de la lentille doit s'arrêter ſur la verge.

1355. Pour fixer la lentille ſur le bout de la verge du pendule, on percera un trou dans ſon épaiſſeur qui ſoit un peu plus petit que le fil de fer : pour percer ce trou, on fera une entaille avec une lime ſur le bord de la lentille, afin que le foret puiſſe y avoir priſe, ce qui ne ſe pourroit pas faire facilement, à cauſe du tranchant du bord ; on percera ce trou de trois à quatre lignes de profondeur, & en le dirigeant au centre : on coupera le fil de fer de trois lignes au-deſſous de la marque qu'on y a faite ; on le limera un peu en pointe, & on le fera entrer à force ſur la lentille ; mais en prenant garde qu'elle ſoit dirigée perpendiculairement au plan de la plaque du pendule, & que par conſéquent le tranchant de la lentille ſoit dans le plan de mouvement du pendule.

XI. *Faire* marcher en blanc *le Mouvement de l'Horloge, & la régler.*

1356. Lorſque le pendule ſera fait, l'Horloge ſera toute diſpoſée pour être remontée, & pour la faire marcher; il ne ſera pas beſoin pour cela que les roues ni les platines ſoient polies : lorſque les Horlogers remontent ainſi les mouvements avant de les polir, ils appellent cela *faire marcher la Pendule en blanc.*

1357. On ne fait marcher une pendule en blanc que lorſqu'on n'eſt pas ſûr de tous ſes effets; par ce moyen, on peut y travailler, & en corriger les défauts; enſuite on en polit les pieces.

1358. Pour faire marcher l'Horloge en blanc, il faudra commencer par nettoyer tous les trous des platines avec du bois de fuſin ; on fera des goupilles qui entrent bien dans les trous des piliers : on préſentera toutes les roues les unes après les autres en cage, & on goupillera à chaque fois les platines, afin de voir ſi les roues ont le jeu convenable en hauteur, & ſi elles tournent librement dans leurs trous, & on y remédiera en conſéquence; ſavoir, en reculant les portées des pivots, ſi elles ſont trop hautes en cage, & en aggrandiſſant ces trous, s'ils ne le ſont pas aſſez.

1359. On nettoiera les pignons & les roues avec une petite broſſe; on paſſera un bois dans les trous du barrillet, & on verra ſi l'arbre tourne librement dans ces trous; on nettoiera le reſſort, & on le mettra dans ſon barrillet; on mettra de l'huile au reſſort, & en aſſez grande quantité, pour que la ſpire du reſſort en ſoit enduite dans toute ſa longueur : on nettoiera l'arbre; on mettra de l'huile à l'endroit des pivots qui doivent rouler dans les trous de barrillet : on remontera le barrillet.

1360. Cela ainſi préparé, on mettra en leurs places les broches des pieces de cadrature; on n'oubliera pas ſur-tout celle de la piece des quarts, dont la tête étant en deſſus de la ſeconde platine, ne pourroit être miſe en place lorſque la cage ſera montée; on mettra en cage toutes les pieces qui doivent s'y placer, c'eſt ce qu'on appelle *remonter le mouvement*: on mettra des goupilles aux platines; enſuite l'on prendra de l'huile avec la pointe d'un foret, & on en mettra à chaque réſervoir des pivots de l'une & l'autre platine.

1361. On remontera le rochet d'encliquetage du mouvement, & on chaſſera une goupille dans le trou du quarré; on remontera le reſte de l'encliquetage; on mettra en place le barrillet de répétition; après qu'on aura mis de l'huile au reſſort, on mettra l'arbre, & de ſorte qu'il accroche l'œil du reſſort.

1362. On nettoiera les roues de cadran, & on les mettra en place, & celles de renvoi à leur repaire.

1363. On attachera à la poulie un cordon qui ait environ une aune de longueur, & qui ſoit de groſſeur convenable à remplir la rainure de la poulie.

1364. Pour attacher ce cordon, on fera un nœud tout au bout; on fera entrer ce nœud dans l'entaille faite au fond de la poulie; on percera à travers la poulie un trou qui paſſe tout contre le nœud, & qui puiſſe le retenir; par ce trou, on fera entrer à force une goupille.

1365. On mettra la poulie ſur ſon quarré, le limaçon des quarts ſur celui de la tige de renvoi: on nettoiera le trou du canon de l'étoile; on placera l'étoile ſur ſa broche portée par le tout-ou-rien; on mettra une goupille dans le trou de la broche, on coupera cette goupille à fleur du canon: on mettra le tout-ou-rien en ſa place, lorſqu'il ſera ainſi aſſemblé avec l'étoile: on placera le ſautoir, & on goupillera la broche: on placera le reſſort du ſautoir, auquel on donnera la bande néceſſaire, pour que le valet contienne l'étoile, de maniere qu'elle ſoit retenue en place, & puiſſe faire mouvoir la ſurpriſe par l'action du valet, & ſans pouvoir charger le mouvement de l'horloge: on mettra la piece des quarts en ſa place, ainſi que ſon reſſort, auquel on donnera ſeulement la bande néceſſaire, pour faire deſcendre cette piece des quarts ſur le limaçon, lorſque les chevilles de la poulie lui en ont donné la liberté : on goupillera cette piece des quarts.

1366. En cet état, on tirera le cordon qui entoure la poulie, & on remontera le reſſort de répétition; on ne le remontera pas tout-à-fait en haut; mais de ſorte qu'il reſte un demi-tour dont on puiſſe en outre le monter.

1367. On mettra en ſa place, & à ſon repaire, le rateau; & on fera répéter l'heure : ſi les marteaux frappent trop lentement, on tournera la vis excentrique de la répétition, afin d'éloigner le pignon de volan de la roue, & d'affoiblir par ce moyen l'engrenage, ce qui augmentera la vîteſſe du rouage : mais ſi cela n'eſt pas ſuffiſant, il faudra étrécir le volant, ce que l'on peut faire ſans démonter la piece; il ne faut pour cela que de tirer l'excentrique *Q* que l'on a mis à la platine des piliers.

1368. Mais avant de régler la vîteſſe du rouage, il faut mettre en place les marteaux & le timbre, parce que la peſanteur des marteaux change encore la vîteſſe du coup; on changera d'ailleurs, ſelon qu'il ſera néceſſaire, la bande des reſſorts de marteau, afin que les marteaux donnent les plus grands coups que puiſſe comporter le reſſort moteur : pour changer la bande de ces reſſorts, il ne ſera pas néceſſaire de démonter l'Horloge, parce que ces reſſorts ſont tellement diſpoſés, que quoique placés en dedans de la cage, ils peuvent ſe démonter; ce qui ſe fait au moyen des vis qui les retiennent, dont les têtes ſont en dehors des platines.

1369. La vîteſſe du rouage ainſi réglée, pour compter diſtinctement les coups de marteau, on examinera de nouveau ſi la cadrature remplit toutes ſes fonctions : pour cet effet, on remontera la fauſſe-plaque & ſon cadran, & on goupillera ſolidement les faux-piliers; on mettra l'aiguille des heures en place, ainſi que celle des minutes qu'on aura ſoin de mettre à ſon repaire; on mettra la goutte, & enſuite la goupille qui la retient ſur le pivot contre l'aiguille des minutes.

1370. On examinera d'abord ſi en faiſant tourner l'aiguille des minutes l'étoile détend bien: ſi cela n'étoit pas, ce ſeroit une marque que les roues de chauſſée ne ſeroient pas à leurs repaires, & on les y mettroit en redémontant la plaque: ſi en tournant l'aiguille, le pas *h* du limaçon des quarts n'approche pas trop près du bras *k* de la piece des quarts; ſi cela étoit, cela feroit arrêter l'Horloge, & ce feroit une marque que l'on a courbé la cheville du doigt; on la redreſſeroit donc en conſéquence: on fera ſonner la répétition en tournant l'aiguille des minutes ſur chaque quart; & on verra ſi les chevilles de la poulie arrêtent bien le rouage immédiatement après que les quarts ont frappé.

1371. On verra de même les effets du limaçon des heures & du tout-ou-rien, & avec les mêmes attentions & précautions que l'on a miſes en uſage, pour faire produire les effets à la cadrature, & que nous avons expliquées aſſez au long ci-devant; enſuite on mettra les goupilles qui doivent arrêter les pieces de cadrature, & on verra ſi ces goupilles ne gênent point le mouvement de ces pieces, & ſi elles leur laiſſent la liberté convenable.

1372. Lorſqu'on aura ainſi revu tous les effets de la cadrature, & qu'on les aura réparés ſelon les regles preſcrites pour les faire produire, on chaſſera à force l'ancre d'échappement ſur ſon quarré, pour être à demeure, & on mettra la fourchette en place: on mettra ces pieces aſſemblées en cage, ayant attention de mettre auparavant de l'huile aux pivots de la verge: on attachera le coq ſur la platine; on remontera l'arbre de barrillet d'un quart de tour, & on examinera ſi l'échappement ſe fait ſans chûte & ſans accrochement; on remédiera à l'un ou à l'autre de ces défauts: s'il y a trop de chûte, on rapprochera un peu l'excentrique; & ſi les dents de la roue accrochoient ſur une patte ſeulement, on prendra une pierre à huile avec

avec laquelle on uſera comme avec une lime l'extrémité de la patte qui accroche, & juſqu'à ce que les chûtes de chaque patte ſoient égales, & incapables d'arrêter l'Horloge : on aura ſoin, à chaque fois qu'on limera avec la pierre à huile, de nettoyer l'ancre, avant de le remettre en place, afin qu'il ne reſte pas de grains de pierre qui ne manqueroient pas de s'attacher aux dents de la roue d'échappement, & creuſeroient l'ancre à meſure que l'Horloge marcheroit; enſorte qu'en très-peu de temps les faces de l'ancre ſeroient déchirées, & que cela feroit varier la machine qui finiroit par arrêter.

1373. L'échappement ainſi mis à ſon vrai point, on fera tourner la fourchette ſéparément de ſa tige, juſqu'à ce que l'arc qu'elle décrit par l'échappement ſe faſſe également de chaque côté de la ligne verticale ou de midi, c'eſt-à-dire, qui paſſe du centre de la platine au centre de la tige : quand on aura ainſi tourné la fourchette ſéparément de ſa tige, on levera le coq, & on attachera la tige à l'étau; enſuite l'on chaſſera la fourchette à force, afin qu'elle demeure fixe avec la tige.

1374. Enfin l'on placera le mouvement de l'Horloge dans ſon cartel, avec lequel on l'attachera au moyen des quatre vis qui fixent la fauſſe-plaque contre la batte : on mettra le pendule en place; pour cet effet, on ouvrira la porte de derriere du cartel; on ôtera le timbre & le porte-timbre; & on accrochera le pendule, en le paſſant d'abord dans la fourchette, & en le montant juſqu'à ce que ſon crochet ſoit accroché au fil de ſuſpenſion : on fermera la porte de derriere, & on accrochera le cartel à un clou à crochet attaché contre le mur; on mettra le cartel d'aplomb par le cadran : on remontera le reſſort d'un tour, & on donnera le mouvement au pendule. Si en cet état l'échappement ne ſe fait pas également des deux côtés, c'eſt-à-dire, qu'on n'entende pas les battements égaux, c'eſt une marque que la fourchette n'eſt pas parfaitement bien dirigée ſelon la ligne verticale; & alors il faudra la courber un peu d'un ou d'autre côté, juſqu'à ce que l'échappement ne *cloche* plus ; les Horlogers appellent cette opération, *mettre la piece dans ſon échappement*. Cela fait, on *décrochera* le cartel, afin de mettre le timbre à ſa place ; on paſſera le cordon de la répétition dans un trou que l'on aura fait au cartel à cet uſage : ce trou doit être placé de maniere à ne pas gêner le cordon, c'eſt-à-dire, qu'il doit être percé dans la direction même que l'on ſuit en tirant le cordon pour faire répéter la machine : car ſi le cordon fait un coude, il devient plus dur à tirer, & il s'uſe plus promptement.

1375. On replacera ce cartel contre le mur; on le mettra d'aplomb, & on donnera le mouvement de vibration au pendule ; & ſi la verge du pendule touchoit à la cadrature ou au timbre, ce ſeroit une marque que le mur n'eſt pas d'aplomb, & qu'il faudroit caler le cartel du haut ou du bas pour le mettre d'aplomb : ſi le pendule touche au timbre, il faut éloigner le haut du cartel du mur, & par conſéquent le caler par le haut ; & ſi au contraire le pendule touche aux pieces de cadrature, il faut éloigner le bas du cartel du mur & le caler en conſéquence.

Examen du rapport de la peſanteur du Régulateur à la force motrice.

1376. Le cartel ainſi poſé, & le mouvement de l'Horloge fini, il faudra éprouver ſi la peſanteur de la lentille eſt relative à la force motrice : pour cet effet, on écartera le pendule de la verticale, ſeulement pour que les dents de la roue échappent : ſi en cet état la force motrice eſt capable d'entretenir le mouvement du pendule, c'eſt une marque que la lentille n'eſt pas trop peſante, (puiſque le reſſort n'a que cinq quarts de tours de bande (1372 & 1374 ;) mais ſi au contraire après avoir donné le mouvement de vibration au pendule, l'Horloge venoit à arrêter, ce ſeroit une marque que la lentille eſt trop peſante, relativement à la force motrice & à l'étendue des arcs de levée : ainſi il faudroit amincir & alléger la lentille, juſqu'à ce qu'elle fut de la peſanteur requiſe ; enfin, ſi après avoir donné le ſimple mouvement de vibration au pendule, en ne lui faiſant décrire que l'arc de levée, les arcs de vibration du pendule venoient à augmenter de beaucoup de ceux de levée, c'eſt-à-dire, que la force motrice fut capable par exemple d'en doubler l'étendue, alors cela prouveroit que la lentille eſt trop légere : il faudroit en ce cas en faire une plus peſante, & relativement à l'augmentation des arcs de vibration ſur ceux de levée : ſi, par exemple, nous ſuppoſons que l'arc de vibration, lorſque le reſſort n'a que cinq quarts de tours de bande, eſt double de celui de levée, il faudra faire une lentille près de quatre fois plus peſante ; & alors ſi la place ne permet pas d'augmenter le diametre de la lentille, il faudra faire une boule au lieu de lentille, parce que, ſous un moindre volume, elle contiendra une plus grande quantité de matiere ; il eſt vrai qu'elle éprouvera un peu plus de réſiſtance de l'air ; mais on peut négliger cette conſidération, lorſqu'il eſt queſtion de petits arcs, ainſi que nous le ferons voir *Partie II*.

Régler l'Horloge.

1377. L'Horloge ainſi préparée, il ne reſtera plus qu'à la régler, & à vérifier l'effet de l'échappement ; on commencera d'abord par la régler, en laiſſant le reſſort à ſon premier tour de bande : ſi l'Horloge en cet état retarde ſenſiblement, c'eſt-à-dire, de quatre ou cinq minutes en vingt-quatre heures, on coupera d'environ une ligne la verge du pendule : pour cet effet on chaſſera la lentille hors de deſſus le fil qui la porte, & on coupera ce fil ; on le limera un peu, pour le faire entrer dans le trou de la lentille, & accourcir ainſi le pendule ; & ſans toucher à l'avance & retard, parce qu'il convient de laiſſer la ſoie à la longueur que nous lui avons donnée, & de régler très-à peu-près l'Horloge ſans changer la longueur de la ſoie : ſi au contraire l'Horloge avançoit de quatre ou cinq minutes en vingt-quatre heures, il faudroit mettre un fil de fer plus long d'une ligne que celui qui porte la lentille.

1378. L'Horloge étant à peu-près réglée au bas, on la laiſſera marcher pendant vingt-quatre heures, & on la comparera ou avec le Soleil ou avec une Pendule à ſecondes bien réglée, ou une Horloge de l'exactitude de laquelle on ſoit ſûr ; on notera exactement l'écart qu'elle aura fait en vingt-quatre heures ; alors, ſans toucher ni au pendule ni à l'avance & retard, on remontera le reſſort juſques au haut ; on remettra les aiguilles à l'heure ſoit du Soleil, ou de la même Horloge avec laquelle on l'a comparée la veille ; on la laiſſera marcher pendant vingt-quatre heures, & on notera l'écart qu'elle a fait : ſi cet écart eſt de la même quantité & dans le même ſens que celui qu'elle a fait lorſque le reſſort étoit au bas, c'eſt une preuve que l'échappement corrige parfaitement les inégalités de la force motrice ; mais ſi au contraire elle avançoit plus au haut qu'au bas, cela prouveroit que le recul eſt trop grand ; ainſi il faudroit détremper l'ancre d'échappement, afin de rapprocher un peu du repos les courbes de l'ancre ; on le retremperoit enſuite ; on le repoliroit, & on recommenceroit l'examen de la même maniere, & juſqu'à ce que l'Horloge avance ou retarde également, ſoit que le reſſort ſoit au bas, ſoit qu'il ſoit monté tout au haut.

1379. On ne doit pas craindre que les courbures telles que nous les avons preſcrites, ſoient trop rapprochées des portions de cercles, c'eſt-à-dire, que l'échappement ne donne pas aſſez de recul : car les dimenſions que nous avons indiquées l'en écartent plus qu'il ne faut, ce que nous avons fait, afin que l'on ſoit plutôt obligé à adoucir le recul, ce qui n'exige que de détremper l'ancre ; au lieu que ſi le recul étoit trop petit, il faudroit refaire l'ancre : au reſte, ſelon les expériences que j'ai faites, un tel échappement corrige très-bien les inégalités de force motrice, & de maniere qu'avec toutes les précautions indiquées on aura une Horloge qui ira beaucoup plus juſte que celles qu'on fait communément, & qui, ſi elles vont bien, on doit l'attribuer au hazard, vu la négligence & l'ignorance dans laquelle ſe plaiſent beaucoup d'Ouvriers. Il faut convenir que cet échappement n'eſt point facile à exécuter ; auſſi pour ne pas trop attendre de l'échappement, eſt-il à propos de conſtruire le pendule, de maniere à corriger les inégalités de force motrice, c'eſt-à-dire, que dans un pendule qui a neuf pouces environ de longueur, la lentille doit peſer trois à quatre livres ; la ſuſpenſion doit être faite à couteau ; & qu'enfin l'étendue des arcs de levée de l'échappement doit être relative à la force motrice; dans ce cas, les inégalités du reſſort ne peuvent faire que peu d'impreſſion ſur la juſteſſe de l'Horloge.

1380. Quand on aura ainſi comparé l'Horloge dans les différents points d'action du reſſort, & qu'elle aura marché pendant quinze jours, on la démontera pour polir les platines, les roues & pieces de cadrature, &c. Avant de lever le coq d'échappement, il faudra prendre la clef de la pendule qui va ſur le quarré de l'arbre de barrillet, & la mettre ſur ſon quarré, afin de débander le reſſort : pour cet effet, pendant qu'avec la main on ſoutient l'effort du reſſort, on appuiera ſur la queue du cliquet, afin qu'il laiſſe au rochet la liberté de rétrograder : cette précaution eſt très-eſſentielle; car ſans cela l'on courroit riſque, en levant le coq d'échappement, que l'ancre n'allât porter contre la roue, & n'en caſsât ou courbât les dents, à cauſe de la grande vîteſſe avec laquelle elle eſt entraînée par le moteur. Toutes les fois que l'on démonte une piece d'Horlogerie quelconque, dont le moteur eſt un reſſort, il faut commencer par le débander; car il eſt arrivé quelquefois à ceux qui ont manqué cette précaution, de faire caſſer des roues & des pivots du rouage.

1381. Pour démonter le mouvement, on le fera en reprenant par ordre les dernieres pieces qui ont été raſſemblées.

1382. Le mouvement ainſi démonté, on polira les pieces de cuivre, en ſe ſervant pour les platines; 1°, de la *Ponce*, pour ôter les traits de la lime; 2°, de *Pierre à l'eau douce*; 3°, de *Charbon de hêtre* avec de *l'huile;* & enfin, d'un *Feutre* colé ſur du bois, & on emploiera avec de la *Pierre pourrie* ou du *Tripoli*. Les platines étant polies, on les nettoiera avec beaucoup de précaution, & ne laiſſant pas la moindre ſaleté dans aucun des trous dans leſquels on paſſera du bois de fuſin, juſqu'à ce que le bois ne ſe noirciſſe plus, on nettoiera les réſervoirs pour l'huile, en un mot les platines dans toutes leurs parties. Pour polir la roue de barrillet, on le fera de la même maniere que pour les platines & pour les roues & les autres pieces de cuivre de la cadrature; on les paſſera à la pierre à l'eau & au charbon; enſuite avec du bois de fuſin, de la pierre pourrie, & enfin légérement le feutre, afin de conſerver les pieces plates; car le feutre les arrondit: on nettoiera les roues, en ſe ſervant d'une petite broſſe, & de blanc d'Eſpagne réduit en poudre; on dégraiſſera ſur-tout les dentures avec cette broſſe, ce qui leur donnera une ſorte de poli.

1383. Pour polir les pieces d'acier, on prendra une pierre à huile, & enſuite du bois de noyer avec du rouge fin; on polira le doigt & le valet, les tiges de marteau, les reſſorts, les têtes des vis, les têtes des broches, & la tige de l'avance & retard.

1384. Quand ces pieces d'acier ſeront polies, on les nettoiera, & enſuite on les *bleuira*. Pour cet effet on allumera des *mottes à brûler*; & au défaut de mottes, on aura du feu dans une poële, laquelle on recouvrira de cendres que l'on rendra unies par-deſſus; on poſera les pieces les unes après les autres ſur ces cendres, & on les y laiſſera juſqu'à ce que la chaleur les rende d'un bleu vif: on fait cela pour rendre les pieces plus belles; il y a même des gens qui prétendent que l'acier ou fer bleuï eſt moins ſujet à ſe rouiller; & cela eſt aſſez vraiſemblable, parce que la chaleur conſume les parties humides qui ſont à la ſurface du corps.

1385. Cela fait, le mouvement ſera prêt à remonter: nous n'entrerons point ici dans de nouveaux détails, ſur la maniere dont on doit raſſembler le mouvement; on doit le faire de la même maniere que nous l'avons expliqué, pour faire marcher le mouvement en blanc (1356 & ſuiv.); & nous y renvoyons, pour ne pas répéter & alonger un article qui n'eſt déjà que trop long, que nous n'avions pas prévu devoir nous mener ſi loin, & auquel nous convenons qu'il reſte cependant beaucoup à deſirer, tant pour la clarté de l'explication, que pour les figures qu'il auroit fallu augmenter; mais nous ne nous ſommes aviſés de traiter cette matiere de la main-d'œuvre, qu'au moment que l'on en étoit à la fin de l'impreſſion de la premiere Partie, & que toutes nos Planches étoient gravées. Pour ſuppléer à ce qui manque à cet article du côté des figures, on ne fera pas mal d'avoir devant les yeux un mouvement d'Horlogerie; par ce moyen, on entendra facilement toutes les opérations que nous avons indiquées. Au reſte on me doit tenir compte de m'être engagé à traiter une matiere auſſi ingrate, & ſur laquelle perſonne n'avoit encore écrit.

XII. *De l'exécution de l'Echappement à repos, applicable à une Horloge à Secondes ou autres.*

1386. Quand on fait le plan d'un mouvement à ſecondes, on regle ordinairement la hauteur de la cage ſelon la longueur que l'on veut donner à l'ancre d'échappement, dont le centre ſe place communément à un diametre $\frac{1}{2}$ du centre du rochet d'échappement; mais différentes expériences m'ont appris qu'une ſi grande longueur de l'ancre augmente les frottements par la plus grande traînée qui ſe fait, & qu'il eſt très-préférable de les rendre courts & placés près de la roue : il eſt vrai qu'ils ſont plus difficiles à exécuter, à cauſe de l'extrême préciſion qu'il faut employer pour former les plans inclinés qui, étant placés près du centre, doivent être d'autant moins inclinés, afin de ne produire que le même arc de levée; mais avec un peu d'intelligence & d'adreſſe, un Ouvrier parviendra à exécuter un tel échappement, comme il eſt repréſenté (*Planche XV, figure* 8).

1387. Au reſte, la diſtance du centre de l'ancre à la roue, doit changer, ainſi que nous l'avons dit (397), ſelon que le pendule doit décrire de plus grands ou petits arcs. Nous ſuppoſons donc que l'on veuille faire un échappement dont l'arc total de levée (399) ſoit de deux degrés; chaque patte de l'ancre ne devra être inclinée que d'un degré: ainſi dans cette diſpoſition, & pour faciliter l'exécution, on pourra éloigner le centre de l'ancre d'un diametre $\frac{1}{2}$ de la roue, comme cela eſt ſuppoſé (*fig.* 10), où cet échappement eſt repréſenté fort en grand, pour en faciliter l'intelligence; car la roue *A*, pour avoir des dents d'une bonne groſſeur, peut n'avoir que huit à douze lignes de diametre; quantité qui varie ſelon que les Horloges marchent plus long-temps: il eſt néceſſaire de tenir la roue plus légere, afin d'avoir une force motrice moins grande; ainſi l'on voit que toutes ces dimenſions doivent varier par la nature de la machine. Dans les Horloges d'un an, par exemple, je fais décrire au pendule des arcs de vibration d'un demi-degré, & je ne donne que huit lignes de diametre à la roue d'échappement.

1388. Dans les Horloges à ſecondes qui vont un mois, je donne près d'un pouce de diametre à la roue d'échappement; & je fais décrire des arcs de deux degrés au pendule, par les raiſons que nous en donnerons *Partie II, Chap. XXXIX.* Au reſte, quel que ſoit l'échappement à repos que l'on veuille exécuter, on ſe ſervira des mêmes regles de conſtruction.

1389. Pour fendre la roue d'un échappement à repos, il faut avoir attention à ne pas diriger la fraiſe au centre du taſſeau, mais un peu ſur le côté, afin que le devant des

des dents ſoit incliné à peu près comme on le voit dans les figures 8 & 10; que par ce moyen, l'appui de la dent ſur l'ancre ſe faſſe par la pointe; & qu'à meſure que l'ancre s'enfonce, il ne puiſſe faire rétrograder la roue.

1390. Dans les échappements d'Horloge à poids, il n'eſt pas néceſſaire que les dents des roues ſoient trop enfoncées, par la raiſon que la force motrice étant ſeulement capable d'entretenir la vibration du pendule, l'ancre ne pénetre que très-peu la roue: ainſi on peut tenir le champ de la roue moins large, & elle en ſera d'autant moins peſante.

1391. On fendra la roue d'après ces obſervations, & de la maniere indiquée (1319); on ôtera les rebarbes avec une lime carrelette; on *friſera* les dents de la roue, comme on l'a expliqué, en faiſant rouler les pivots dans les trous de pointes à lunette; en un mot, on la terminera de la même maniere que nous avons preſcrite pour la roue d'échappement de l'Horloge à répétition (1320 & ſuiv.).

1392. On aura une plaque de laiton mince, dreſſée & adoucie, & de grandeur propre à y tracer la figure de l'ancre, & à placer la roue: à l'extrémité de la plaque, on percera un trou pour y faire entrer le tigeron, enſorte que la roue s'applique contre la plaque, & que celle-ci déborde tout-au-tour: on tracera un trait ſur le calibre d'échappement (1324) de la grandeur juſte de la roue; on prendra avec un compas la diſtance qu'il y a ſur la platine, depuis le trou de la tige d'ancre, juſqu'à celui de la roue d'échappement; de cette ouverture on tracera la portion de cercle *a*, & on percera en *a* un petit trou qui repréſentera celui du pivot de l'ancre *B*; on tirera la ligne *a b* qui touche la circonférence de la roue: le point *i* ſera celui de contact, duquel on fera approcher les bras de l'ancre autant qu'il ſe pourra.

1393. On poſera une pointe du compas dans le trou de la plaque fait en *a*, & on lui donnera l'ouverture *i*; on tournera la roue juſqu'à ce qu'une dent paſſe par cette pointe; on portera cette pointe de compas ſur l'autre côté de la roue, afin de voir ſi cette ouverture eſt convenable pour paſſer en même-temps par les deux pointes; & comme elles n'y paſſent pas tout-à-fait, on ouvrira le compas, & on lui donnera l'ouverture *a 6* qui paſſe par les pointes des dents; on décrira les portions de cercle 4, 6; 2, 5; on ouvrira (*) encore le compas d'environ la moitié de l'intervalle d'une dent, & juſqu'à ce que la pointe paſſe par les dents 1, 3; on décrira les portions de cercle 3 *D*, 1 *C*; ainſi on aura l'épaiſſeur des palettes, leſquelles devront être un peu plus minces, pour donner la chûte (1343) à l'échappement.

1394. Pour tracer les plans inclinés, on le fera de la maniere que nous l'avons marqué pour l'échappement iſochrone (1329 & 1330).

1395. On fera forger l'ancre ſelon la figure tracée ſur le calibre d'échappement; on étampera le trou, pour entrer ſur le quarré de la tige, & on l'ébauchera ſelon la figure qu'il doit avoir; on adoucira l'endroit des palettes que l'on aura laiſſées plus larges & plus longues qu'il n'eſt beſoin, afin d'y tracer les portions de cercle 1 *C*; 3 *D*; 2, 5, & 4, 6, telles qu'elles ſont ſur le calibre d'échappement; on tracera de même les plans inclinés; on limera l'ancre ſelon ces traits, en allant juſte juſqu'aux portions de cercle; mais en tenant les bouts des plans inclinés plus longs, afin d'avoir dequoi les reculer à propos pour faire échapper; ce qui ſe fera lorſqu'on aura mis la vis excentrique (1342), & qu'on aura placé la roue & l'ancre en cage: ſi les dents ne peuvent échapper ni d'un côté ni de l'autre, c'eſt une marque que les palettes ſont trop longues, & on les reculera; & ſi la chûte ſe fait plus d'un côté que de l'autre, on tournera l'excentrique en conſéquence; mais ſi après cela les dents avoient trop de chûte en abandonnant les palettes,

---

(*) Il faut remarquer que pour placer les palettes plus près du point de contact *i*, au lieu d'ouvrir le compas, il auroit fallu le fermer de la moitié de l'intervalle d'une dent; & c'eſt ce qu'il faudra faire: nous diſons ici qu'il faut l'ouvrir, afin de nous rapporter à la figure dont les palettes ſont mal placées; mais il eſt facile d'y ſuppléer, en ſuivant les regles preſcrites.

il faudroit un peu fermer les palettes pour les rapprocher du centre de la roue, en frappant en *E* & en *F* avec un marteau : or dans ce cas cela pourroit un peu changer les portions de cercle, ainſi il faudroit les limer de nouveau d'après des nouveaux traits de compas; car c'eſt de l'exactitude de ces portions de cercle que dépend l'entier repos de la roue, tandis que ces portions de cercle paſſent ſous les pointes des dents : il faut donc les limer très-exactement ſelon les traits de compas. Pour limer ces portions de cercle, on aura des limes à feuille de ſauge de différentes courbures, ſelon que ces portions appartiennent à de plus grands ou petits cercles, & telles qu'elles puiſſent former ſenſiblement les portions de cercle de l'ancre.

1396. Si l'on fait les palettes trop minces, la roue aura de la chûte, & ſans qu'on puiſſe y apporter d'autre remède que de refaire un ancre. C'eſt pour éviter cet inconvénient, qu'il faut les tenir preſque de la moitié de l'intervalle des dents, ainſi que le donnent les dimenſions que nous avons indiquées, & on les amincit enſuite petit-à-petit, en en ôtant ſeulement du dedans 4, & du dehors 1, enſorte que l'échappement ſe faſſe ſans chûte, & ſans accotter le derriere des dents, comme on verra que cela ſe fait lorſqu'on exécutera un pareil échappement : nous obſerverons même qu'avant de tremper l'ancre, il doit reſter un léger accrochement à chaque palette, afin que lorſqu'il ſera trempé & poli, les dents ne faſſent qu'échapper ſans accottement.

1397. Il faut, dans un tel échappement, qu'à meſure qu'une dent 1 abandonne la palette *C* 1, la dent 3 ne faſſe qu'anticiper de très-peu ſur la portion de cercle *D* 3, & qu'elle ne tombe pas ſur l'angle ni ſur le plan incliné ſur lequel elle ne doit agir qu'à meſure que la palette *D* s'écarte de la roue, & la même choſe pour l'autre côté.

1398. Comme par la conſtruction les deux palettes ſont néceſſairement de même épaiſſeur, puiſqu'elles ſont formées par les mêmes portions de cercle, on jugera de l'égalité de levée ; par la quantité dont les dents anticipent ſur les portions de cercle, & qui doivent être les mêmes ſur chaque palette : ſi cela n'eſt pas, on changera l'inclinaiſon des plans, & ſelon que l'arc total de levée ſera plus grand ou plus petit qu'il n'eſt beſoin ; ce qui ſe verra par le mouvement de la fourchette, laquelle étant au moins de ſix pouces, on ſaura le nombre de degrés qu'elle parcourt : on ſe ſervira très-avantageuſement du chemin de la fourchette, pour régler les arcs de levée, & les rendre égaux des deux côtés.

1399. L'ancre étant ainſi fait, & les faces bien dreſſées avec des limes douces, on le trempera en ne faiſant chauffer que les palettes, le reſte n'ayant pas beſoin d'être trempé ; on laiſſera ces palettes de toute leur dureté, & ſans les faire revenir ; on dreſſera les portions de cercle concaves avec des limes de fer que l'on fera de même courbure ; & en employant de la pierre broyée, on adoucira toutes les autres faces ; enſuite on préſentera l'ancre en place ; & s'il arrivoit qu'en le faiſant chauffer, les palettes ſe fuſſent écartées, & que l'échappement eût trop de chûte, on frapperoit en *E* & *F* les bords extérieurs comme pour l'écrouir ; ce qui rapprocheroit les palettes ; ſi au contraire elles accrochoient, on uſeroit, avec la pierre à huile, l'extrémité 4 & 1 des plans inclinés ; ou ſi l'accrochement étoit plus fort qu'avant de le tremper, ce ſeroit une marque que la chaleur auroit rapproché les palettes du centre du rochet ; & en ce cas, en frappant en *G* comme pour écrouir le bord intérieur du cercle *F E*, on l'écarteroit.

1400. Quand l'échappement ſera ainſi rendu juſte, on examinera ſi les dents viennent tomber également ſur les portions de cercle au moment de la chûte : ſi cela n'étoit pas, il faudroit uſer l'un des plans inclinés avec une lime de fer & de la pierre à huile broyée, de la même maniere qu'on le feroit à la lime : cela fait, on polira les faces de l'ancre avec une lime d'étain, & du rouge fin d'Angleterre.

1401. Quoique nous ayons eſſayé de donner toutes les regles & attentions à ſuivre pour exécuter l'échappement iſochrone & celui à repos, il pourra très-bien arriver que l'on ne ſaiſira pas tout ce que nous avons dit; ce que j'attribuerai & à la difficulté de la matiere, & au peu de clarté que j'y aurai répandue ; j'avoue que je n'ai pu faire mieux. Mais pour ſuppléer à ces difficultés, il faudra faire différents eſſais d'échappement, en ne faiſant d'abord les ancres qu'en cuivre, afin de pouvoir en élargir ou rapprocher les parties que l'on auroit trop limées, & juſqu'à ce que l'on ſoit parvenu à rendre les effets tels que nous les avons preſcrits ; & c'eſt ſur-tout en travaillant que l'on commencera à appercevoir l'application de ces regles, pour peu que l'on veuille y réfléchir; ce qui eſt très-néceſſaire pour cette matiere qui n'eſt pas du tout facile à ſaiſir, ſelon tous les points de vue, & de maniere à tout prévoir : ainſi l'attention opérera ce que je n'ai fait qu'ébaucher.

FIN DE LA PREMIERE PARTIE.

TABLE PREMIERE.

ÉQUATION de l'Horloge, ou Table du Temps moyen à l'inſtant du Midi vrai.

ANNÉE BISSEXTILE.

Jours.	JANVIER.				FÉVRIER.				MARS.				AVRIL.				MAI.				JUIN.			
				Diff. croiſſ.				Diff. croiſſ.				Diff. décr.				Diff. décr.				Diff. décr.				Diff. croiſſ.
	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.
1	0	3	59	28 Différences croiſſantes.	0	14	1	8 Differ. croiſſantes.	0	12	31	13 Différences décroiſſantes.	0	3	44	18 Différences décroiſſantes.	11	56	47	7 Différences décroiſſantes.	11	57	25	9 Différences croiſſantes.
2	0	4	27	28	0	14	9	6	0	12	18	13	0	3	26	18	11	56	40	7	11	57	34	10
3	0	4	55	27	0	14	15	6	0	12	5	14	0	3	8	18	11	56	33	6	11	57	44	10
4	0	5	22	27	0	14	21	5	0	11	51	14	0	2	50	18	11	56	27	5	11	57	54	10
5	0	5	49	27	0	14	26	4	0	11	37	15	0	2	32	17	11	56	22	5	11	58	4	11
6	0	6	16	26	0	14	30	3	0	11	22	15	0	2	15	18	11	56	17	4	11	58	15	11
7	0	6	42	26	0	14	33	3	0	11	7	15	0	1	57	17	11	56	13	4	11	58	26	11
8	0	7	8	25	0	14	36	2	0	10	52	15	0	1	40	17	11	56	9	3	11	58	37	11
9	0	7	33	24	0	14	38	1	0	10	37	16	0	1	23	16	11	56	6	3	11	58	48	12
10	0	7	57	24	0	14	39	0	0	10	21	16	0	1	7	17	11	56	3	2	11	59	0	12
11	0	8	21	24	0	14	39	0 Différences décroiſſantes.	0	10	5	17	0	0	50	16	11	56	1	1	11	59	12	13
12	0	8	45	23	0	14	39	1	0	9	48	17	0	0	34	15	11	56	0	1	11	59	25	12
13	0	9	8	22	0	14	38	2	0	9	31	17	0	0	19	16	11	55	59	0	11	59	37	13
14	0	9	30	21	0	14	36	3	0	9	14	17	0	0	3	15	11	55	59	0 Différences croiſſantes.	11	59	50	12
15	0	9	51	21	0	14	33	4	0	8	57	18	11	59	48	14	11	55	59	1	0	0	2	13
16	0	10	12	20	0	14	29	4	0	8	39	18	11	59	34	14	11	56	0	1	0	0	15	13
17	0	10	32	19	0	14	25	5	0	8	21	18	11	59	20	14	11	56	1	2	0	0	28	13
18	0	10	51	19	0	14	20	6	0	8	3	18	11	59	6	14	11	56	3	3	0	0	41	12
19	0	11	10	18	0	14	14	6	0	7	45	18	11	58	52	13	11	56	6	3	0	0	53	13
20	0	11	28	17	0	14	8	7	0	7	27	19	11	58	39	12	11	56	9	4	0	1	6	13
21	0	11	45	16	0	14	1	8	0	7	8	18	11	58	27	13	11	56	13	4	0	1	19	13
22	0	12	1	16	0	13	53	8	0	6	50	19	11	58	14	11	11	56	17	4	0	1	32	13
23	0	12	17	15	0	13	45	9	0	6	31	19	11	58	3	11	11	56	21	5	0	1	45	13
24	0	12	32	14	0	13	36	10	0	6	12	18	11	57	52	11	11	56	26	6	0	1	58	12
25	0	12	46	13	0	13	26	10	0	5	54	19	11	57	41	10	11	56	32	6	0	2	10	13
26	0	12	59	12	0	13	16	10	0	5	35	19	11	57	31	10	11	56	38	7	0	2	23	12
27	0	13	11	12	0	13	6	11	0	5	16	18	11	57	21	9	11	56	45	7	0	2	35	12
28	0	13	23	11	0	12	55	12	0	4	58	19	11	57	12	9	11	56	52	8	0	2	47	12
29	0	13	34	10	0	12	43	12	0	4	39	18	11	57	3	8	11	57	0	8	0	2	59	12
30	0	13	44	9					0	4	21	19	11	56	55	8	11	57	8	8	0	3	11	12
31	0	13	53	8					0	4	2	18					11	57	16	9				

TABLE PREMIERE.

ÉQUATION de l'Horloge, ou Table du Temps moyen à l'inſtant du Midi vrai.

ANNÉE BISSEXTILE.

Jours.	JUILLET.		AOUST.		SEPTEMBRE.		OCTOBRE.		NOVEMBRE.		DÉCEMBRE.	
		Diff. croiſſ.		Diff. décr.		Diff. décr.		Diff. décr.		Diff. croiſſ.		Diff. croiſſ.
	H. M. S.	S.	H. M. S.	S.	H. M. S.	S.	H. M. S.	S.	H. M. S.	S.	H. M. S.	S.
1	0 3 23	11	0 5 48	4	11 59 33	19	11 49 27	18	11 43 50	1	11 49 43	24
2	0 3 34	11	0 5 44	5	11 59 14	19	11 49 9	18	11 43 49	1	11 50 7	24
3	0 3 45	11	0 5 39	5	11 58 55	19	11 48 51	18	11 43 50	2	11 50 31	25
4	0 3 56	10	0 5 34	6	11 58 36	20	11 48 33	17	11 43 52	2	11 50 56	25
5	0 4 6	10	0 5 28	6	11 58 16	20	11 48 16	17	11 43 54	3	11 51 21	26
6	0 4 16	10	0 5 22	7	11 57 56	20	11 47 59	17	11 43 57	4	11 51 47	26
7	0 4 26	9	0 5 15	8	11 57 36	21	11 47 42	16	11 44 1	5	11 52 13	27
8	0 4 35	9	0 5 7	8	11 57 15	20	11 47 26	16	11 44 6	6	11 52 40	27
9	0 4 44	8	0 4 59	9	11 56 55	20	11 47 10	15	11 44 12	6	11 53 7	28
10	0 4 52	8	0 4 50	9	11 56 35	20	11 46 55	15	11 44 18	8	11 53 35	28
11	0 5 0	8	0 4 41	10	11 56 15	21	11 46 40	14	11 44 26	8	11 54 3	28
12	0 5 8	7	0 4 31	10	11 55 54	21	11 46 26	14	11 44 34	9	11 54 31	29
13	0 5 15	7	0 4 21	11	11 55 33	21	11 46 12	14	11 44 43	10	11 55 0	29
14	0 5 22	6	0 4 10	12	11 55 12	21	11 45 58	13	11 44 53	11	11 55 29	29
15	0 5 28	6	0 3 58	12	11 54 51	21	11 45 45	12	11 45 4	12	11 55 58	29
16	0 5 34	5	0 3 46	12	11 54 30	21	11 45 33	11	11 45 16	12	11 56 27	30
17	0 5 39	4	0 3 34	13	11 54 9	21	11 45 22	11	11 45 28	13	11 56 57	30
18	0 5 43	4	0 3 21	13	11 53 48	20	11 45 11	10	11 45 41	14	11 57 27	30
19	0 5 47	4	0 3 8	14	11 53 28	21	11 45 1	10	11 45 55	15	11 57 57	30
20	0 5 51	3	0 2 54	15	11 53 7	21	11 44 51	9	11 46 10	16	11 58 27	30
21	0 5 54	2	0 2 39	15	11 52 46	21	11 44 42	8	11 46 26	16	11 58 57	30
22	0 5 56	2	0 2 24	15	11 52 25	20	11 44 34	8	11 46 42	17	11 59 27	29
23	0 5 58	2	0 2 9	16	11 52 5	21	11 44 26	7	11 46 59	18	11 59 56	30
24	0 6 0	0	0 1 53	16	11 51 44	20	11 44 19	6	11 47 17	19	0 0 26	30
25	0 6 0	0	0 1 37	17	11 51 24	20	11 44 13	6	11 47 36	20	0 0 56	30
26	0 6 0	0	0 1 20	17	11 51 4	20	11 44 7	5	11 47 56	20	0 1 26	30
27	0 6 0	1	0 1 3	17	11 50 44	20	11 44 2	4	11 48 16	21	0 1 56	29
28	0 5 59	2	0 0 46	18	11 50 24	19	11 43 58	3	11 48 37	21	0 2 25	29
29	0 5 57	2	0 0 28	18	11 50 5	19	11 43 55	3	11 48 58	22	0 2 54	29
30	0 5 55	3	0 0 10	18	11 49 46	19	11 43 52	1	11 49 20	23	0 3 23	29
31	0 5 52	4	11 59 52	19			11 43 51	1			0 3 52	28
		Différences croiſſantes. Décroiſſantes.		Différences décroiſſantes.		Différences décroiſſantes.		Différences décroiſſantes.		Différences croiſſantes.		Différences croiſſantes.

TABLE II.

Équation de l'Horloge, ou Table du Temps moyen à l'inſtant du Midi vrai.

POUR la premiere Année après la BISSEXTILE.

Jours.	JANVIER.					FÉVRIER.					MARS.					AVRIL.					MAI.					JUIN.				
				Diff. croiſſ.					Diff. croiſſ.					Diff. décr.					Diff. décr.					Diff. décr.					Diff. croiſſ.	
	H.	M.	S.	S.		H.	M.	S.	S.		H.	M.	S.	S.		H.	M.	S.	S.		H.	M.	S.	S.		H	M.	S.	S.	
1	0	4	20	28		0	14	7	7	Différences croiſſantes.	0	12	34	13		0	3	48	18		11	56	49	7		11	57	23	9	
2	0	4	48	28		0	14	14	6		0	12	21	13		0	3	30	18		11	56	42	7		11	57	32	10	
3	0	5	16	27		0	14	20	5		0	12	8	14		0	3	12	18		11	56	35	6	Différences-décroiſſantes.	11	57	42	10	
4	0	5	43	27		0	14	25	4		0	11	54	14		0	2	54	18		11	56	29	6		11	57	52	10	
5	0	6	10	26		0	14	29	4		0	11	40	14		0	2	36	18		11	56	23	5		11	58	2	10	
6	0	6	36	26		0	14	33	3		0	11	26	15		0	2	18	17		11	56	18	4		11	58	12	11	
7	0	7	2	25		0	14	36	2		0	11	11	15		0	2	1	17		11	56	14	4		11	58	23	11	
8	0	7	27	24		0	14	38	1		0	10	56	16		0	1	44	17		11	56	10	3		11	58	34	12	
9	0	7	51	24		0	14	39	0		0	10	40	16		0	1	27	17		11	56	7	3		11	58	46	12	
10	0	8	15	24		0	14	39	0		0	10	24	16		0	1	10	16		11	56	4	2		11	58	58	12	
11	0	8	39	23		0	14	39	1		0	10	8	16		0	0	54	16	Différences décroiſſantes.	11	56	2	2		11	59	10	12	Différences croiſſantes.
12	0	9	2	22	Différences croiſſantes.	0	14	38	2		0	9	52	17	Différences décroiſſantes.	0	0	38	16		11	56	0	1		11	59	22	12	
13	0	9	24	22		0	14	36	3		0	9	35	17		0	0	22	15		11	55	59	0		11	59	34	12	
14	0	9	46	21		0	14	33	3		0	9	18	17		0	0	7	15		11	55	59	0		11	59	46	13	
15	0	10	7	20		0	14	30	4		0	9	1	18		11	59	52	15		11	55	59	1		11	59	59	13	
16	0	10	27	20		0	14	26	5	Différences décroiſſantes.	0	8	43	18		11	59	37	14		11	56	0	1		0	0	12	12	
17	0	10	47	19		0	14	21	6		0	8	25	18		11	59	23	14		11	56	1	2		0	0	24	13	
18	0	11	6	18		0	14	15	6		0	8	7	18		11	59	9	14		11	56	3	2		0	0	37	13	
19	0	11	24	17		0	14	9	7		0	7	49	18		11	58	55	13		11	56	5	3	Différences croiſſantes.	0	0	50	13	
20	0	11	41	16		0	14	2	7		0	7	31	18		11	58	42	13		11	56	8	3		0	1	3	13	
21	0	11	57	16		0	13	55	8		0	7	13	19		11	58	29	12		12	56	11	4		0	1	16	13	
22	0	12	13	15		0	13	47	9		0	6	54	18		11	58	17	12		11	56	15	5		0	1	29	13	
23	0	12	28	14		0	13	38	9		0	6	36	19		11	58	5	11		11	56	20	5		0	1	42	13	
24	0	12	42	14		0	13	29	10		0	6	17	19		11	57	54	11		11	56	25	6		0	1	55	12	
25	0	12	56	13		0	13	19	11		0	5	58	18		11	57	43	10		11	56	31	6		0	2	7	13	
26	0	13	9	12		0	13	8	11		0	5	40	19		11	57	33	10		11	56	37	6		0	2	20	12	
27	0	13	21	11		0	12	57	11		0	5	21	19		11	57	23	9		11	56	43	7		0	2	32	13	
28	0	13	32	10		0	12	46	12		0	5	2	18		11	57	14	9		11	56	50	8		0	2	45	12	
29	0	13	42	9							0	4	44	19		11	57	5	8		11	56	58	8		0	2	57	12	
30	0	13	51	8							0	4	25	18		11	56	57	8		11	57	6	8		0	3	9	11	
31	0	13	59	8							0	4	7	19							11	57	14	9						

TABLE II.

ÉQUATION de l'Horloge, ou Table du Temps moyen à l'inſtant du Midi vrai.

POUR la premiere Année après la BISSEXTILE.

Jours.	JUILLET.				AOUST.				SEPTEMBRE.				OCTOBRE.				NOVEMBRE.				DÉCEMBRE.			
	H.	M.	S.	Diff. croiſſ. S. Différences croiſſantes. / décroiſſantes.	H.	M.	S.	Diff. décr. S. Différences décroiſſantes.	H.	M.	S.	Diff. décr. M. Différences décroiſſantes.	H.	M.	S.	Diff. décr. S. Différences décroiſſantes.	H.	M.	S.	Diff. croiſſ. S. Différences croiſſantes.	H.	M.	S.	Diff. croiſſ. S. Différences croiſſantes.
1	0	3	20	11	0	5	49	4	11	59	38	19	11	49	32	19	11	43	50	1	11	49	38	23
2	0	3	31	11	0	5	45	4	11	59	19	19	11	49	13	18	11	43	49	1	11	50	1	24
3	0	3	42	11	0	5	41	5	11	59	0	19	11	48	55	18	11	43	48	2	11	50	25	25
4	0	3	53	11	0	5	36	6	11	58	41	20	11	48	37	17	11	43	50	3	11	50	50	25
5	0	4	4	10	0	5	30	6	11	58	21	20	11	48	20	17	11	43	53	3	11	51	15	26
6	0	4	14	10	0	5	24	7	11	58	1	20	11	48	3	17	11	43	56	4	11	51	41	26
7	0	4	24	9	0	5	17	8	11	57	41	20	11	47	46	16	11	44	0	5	11	52	7	26
8	0	4	33	9	0	5	9	8	11	57	21	21	11	47	30	16	11	44	5	6	11	52	33	27
9	0	4	42	8	0	5	1	9	11	57	0	20	11	47	14	16	11	44	11	6	11	53	0	28
10	0	4	50	8	0	4	52	9	11	56	40	21	11	46	58	15	11	44	17	7	11	53	28	28
11	0	4	58	8	0	4	43	10	11	56	19	20	11	46	43	14	11	44	24	8	11	53	56	28
12	0	5	6	7	0	4	33	10	11	55	59	21	11	46	29	14	11	44	32	9	11	54	24	29
13	0	5	13	7	0	4	23	11	11	55	38	21	11	46	15	13	11	44	41	10	11	54	53	29
14	0	5	20	6	0	4	12	11	11	55	17	21	11	46	2	13	11	44	51	10	11	55	22	29
15	0	5	26	6	0	4	1	12	11	54	56	21	11	45	49	12	11	45	1	11	11	55	51	29
16	0	5	32	5	0	3	49	12	11	54	35	21	11	45	37	12	11	45	12	12	11	56	20	30
17	0	5	37	5	0	3	37	13	11	54	14	21	11	45	25	11	11	45	24	13	11	56	50	30
18	0	5	42	4	0	3	24	13	11	53	53	20	11	45	14	11	11	45	37	14	11	57	20	29
19	0	5	46	4	0	3	11	14	11	53	33	21	11	45	3	10	11	45	51	15	11	57	49	30
20	0	5	50	3	0	2	57	15	11	53	12	21	11	44	53	9	11	46	6	16	11	58	19	30
21	0	5	53	3	0	2	42	15	11	52	51	21	11	44	44	9	11	46	22	16	11	58	49	30
22	0	5	56	2	0	2	27	15	11	52	30	20	11	44	35	7	11	46	38	17	11	59	19	30
23	0	5	58	1	0	2	12	16	11	52	10	21	11	44	28	8	11	46	55	18	11	59	49	30
24	0	5	59	1	0	1	56	16	11	51	49	20	11	44	20	6	11	47	13	19	0	0	19	30
25	0	6	0	0	0	1	40	16	11	51	29	20	11	44	14	6	11	47	32	19	0	0	49	30
26	0	6	0	0	0	1	24	17	11	51	9	20	11	44	8	5	11	47	51	20	0	1	19	30
27	0	6	0	1	0	1	7	17	11	50	49	20	11	44	3	4	11	48	11	21	0	2	49	29
28	0	5	59	2	0	0	50	18	11	50	29	19	11	43	59	3	11	48	32	21	0	2	18	29
29	0	5	57	2	0	0	32	18	11	50	10	19	11	43	56	3	11	48	53	22	0	2	47	29
30	0	5	55	3	0	0	14	18	11	49	51	19	11	43	53	2	11	49	15	23	0	3	16	29
31	0	5	52	3	11	59	56	18					11	43	51	1					0	3	45	28

TABLE III.

ÉQUATION de l'Horloge, ou Table du Temps moyen à l'inſtant du Midi vrai.

POUR la ſeconde Année après la BISSEXTILE.

Jours.	JANVIER.			Diff. croiſſ.	FÉVRIER.			Diff. croiſſ.	MARS.			Diff. décr.	AVRIL.			Diff. décr.	MAI.			Diff. décr.	JUIN.			Diff. croiſſ.
	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.
1	0	4	13	28	0	14	5	7 Différences croiſſantes.	0	12	37	13	0	3	53	18	11	56	51	8	11	57	21	9
2	0	4	41	28	0	14	12	6	0	12	24	13	0	3	35	18	11	56	43	7	11	57	30	9
3	0	5	9	27	0	14	18	5	0	12	11	13	0	3	17	18	11	56	36	6 Différences décroiſſantes.	11	57	39	10
4	0	5	36	27	0	14	23	5	0	11	58	14	0	2	59	18	11	56	30	5	11	57	49	10
5	0	6	3	26	0	14	28	4	0	11	44	14	0	2	41	18	11	56	25	5	11	57	59	11
6	0	6	29	26	0	14	32	3	0	11	30	15	0	2	23	18	11	56	20	5	11	58	10	11
7	0	6	55	25	0	14	35	2	0	11	15	15	0	2	5	17	11	56	15	4	11	58	21	11
8	0	7	20	25	0	14	37	2	0	11	0	16	0	1	48	17	11	56	11	4	11	58	32	11
9	0	7	45	25	0	14	39	0	0	10	44	16	0	1	31	17	11	56	7	3	11	58	43	12
10	0	8	10	24	0	14	39	0	0	10	28	16	0	1	14	16 Différences décroiſſantes.	11	56	4	2	11	58	55	12 Différences croiſſantes.
11	0	8	34	23	0	14	39	1	0	10	12	16 Différences décroiſſantes.	0	0	58	16	11	56	2	2	11	59	7	12
12	0	8	57	22 Différences croiſſantes.	0	14	38	2	0	9	56	17	0	0	42	16	11	56	0	1	11	59	19	12
13	0	9	19	22	0	14	36	2	0	9	39	17	0	0	26	16	11	55	59	0	11	59	31	12
14	0	9	41	21	0	14	34	3 Différences décroiſſantes.	0	9	22	17	0	0	10	15	11	55	59	0	11	59	43	13
15	0	10	2	20	0	14	31	4	0	9	5	17	11	59	55	14	11	55	59	0	11	59	56	13
16	0	10	22	20	0	14	27	5	0	8	48	18	11	59	41	14	11	55	59	1	0	0	9	12
17	0	10	42	19	0	14	22	5	0	8	30	18	11	59	27	14	11	56	0	2	0	0	21	13
18	0	11	1	18	0	14	17	6	0	8	12	18	11	59	13	14	11	56	2	2	0	0	34	13
19	0	11	19	18	0	14	11	7	0	7	54	19	11	58	59	13	11	56	4	3 Différences croiſſantes.	0	0	47	13
20	0	11	37	17	0	14	4	7	0	7	35	18	11	58	46	13	11	56	7	4	0	1	0	13
21	0	11	54	16	0	13	57	8	0	7	17	18	11	58	33	13	12	56	11	4	0	1	13	13
22	0	12	10	15	0	13	49	9	0	6	59	19	11	58	20	12	11	56	15	4	0	1	26	13
23	0	12	25	14	0	13	40	9	0	6	40	19	11	58	8	11	11	56	19	5	0	1	39	13
24	0	12	39	14	0	13	31	10	0	6	21	18	11	57	57	11	11	56	24	5	0	1	52	12
25	0	12	53	13	0	13	21	10	0	6	3	19	11	57	46	11	11	56	29	6	0	2	4	13
26	0	13	6	12	0	13	11	11	0	5	44	18	11	57	35	10	11	56	35	7	0	2	17	12
27	0	13	18	11	0	13	0	11	0	5	26	19	11	57	25	9	11	56	42	7	0	2	29	13
28	0	13	29	10	0	12	49	12	0	5	7	19	11	57	16	9	11	56	49	7	0	2	42	12
29	0	13	39	9					0	4	48	18	11	57	7	8	11	56	56	8	0	2	54	12
30	0	13	48	9					0	4	30	19	11	56	59	8	11	57	4	8	0	3	6	12
31	0	13	57	8					0	4	11	18					11	57	12	9				

TABLE III.

ÉQUATION de l'Horloge, ou Table du Temps moyen à l'inſtant du Midi vrai.

POUR la ſeconde Année après la BISSEXTILE.

Jours.	JUILLET.				AOUST.				SEPTEMBRE.				OCTOBRE.				NOVEMBRE.				DÉCEMBRE.			
				Diff. croiſſ.				Diff. décr.				Diff. décr.				Diff. décr.				Diff. croiſſ.				Diff. croiſſ.
	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.
1	0	3	18	11	0	5	50	4	11	59	42	19	11	49	37	19	11	43	50	1 déc.	11	49	32	23
2	0	3	29	11	0	5	46	4	11	59	23	19	11	49	18	18	11	43	49	1	11	49	55	24
3	0	3	40	11	0	5	42	5	11	59	4	19	11	49	0	18	11	43	50	1	11	50	19	25
4	0	3	51	10	0	5	37	6	11	58	45	19	11	48	42	18	11	43	51	2	11	50	44	25
5	0	4	1	10	0	5	31	6	11	58	26	20	11	48	24	17	11	43	53	3	11	51	9	26
6	0	4	11	10	0	5	25	7	11	58	6	20	11	48	7	17	11	43	56	4	11	51	35	26
7	0	4	21	10 Différences croiſſantes.	0	5	18	7	11	57	46	20	11	47	50	16	11	44	0	4	11	52	1	26
8	0	4	31	9	0	5	11	8	11	57	26	21	11	47	34	16	11	44	4	5	11	52	27	27
9	0	4	40	9	0	5	3	8	11	57	5	20	11	47	18	16	11	44	9	6	11	52	54	27
10	0	4	49	8	0	4	55	9	11	56	45	20 Différences décroiſſantes.	11	47	2	15 Différences décroiſſantes.	11	44	15	7 Différences croiſſantes.	11	53	21	28
11	0	4	57	8	0	4	46	10 Différences décroiſſantes.	11	56	25	21	11	46	47	15	11	44	22	8	11	53	49	28 Différences croiſſantes.
12	0	5	5	7	0	4	36	10	11	56	4	21	11	46	32	14	11	44	30	9	11	54	17	29
13	0	5	12	7	0	4	26	11	11	55	43	21	11	46	18	13	11	44	39	9	11	54	46	29
14	0	5	19	6	0	4	15	11	11	55	22	21	11	46	5	13	11	44	48	10	11	55	15	29
15	0	5	25	6	0	4	4	12	11	55	1	21	11	45	52	13	11	44	58	11	11	55	44	29
16	0	5	31	5	0	3	52	12	11	54	40	21	11	45	39	12	11	45	9	12	11	56	13	30
17	0	5	36	5	0	3	40	13	11	54	19	21	11	45	27	11	11	45	21	13	11	56	43	29
18	0	5	41	5	0	3	27	13	11	53	58	21	11	45	16	10	11	45	34	14	11	57	12	30
19	0	5	46	4	0	3	14	14	11	53	37	20	11	45	6	10	11	45	48	15	11	57	42	30
20	0	5	50	3	0	3	0	14	11	53	17	21	11	44	56	10	11	46	3	15	11	58	12	30
21	0	5	53	2	0	2	46	15	11	52	56	21	11	44	46	9	11	46	18	16	11	58	42	30
22	0	5	55	2	0	2	31	15	11	52	35	20	11	44	37	8	11	46	34	17	11	59	12	30
23	0	5	57	2	0	2	16	16	11	52	15	21	11	44	29	7	11	46	51	18	11	59	42	30
24	0	5	59	1	0	2	0	16	11	51	54	20	11	44	22	6	11	47	9	18	0	0	12	30
25	0	6	0	0	0	1	44	16	11	51	34	20	11	44	16	6	11	47	27	19	0	0	42	30
26	0	6	0	0 Décroiſſantes.	0	1	28	17	11	51	14	20	11	44	10	5	11	47	46	20	0	1	12	29
27	0	6	0	1	0	1	11	17	11	50	54	20	11	44	5	5	11	48	6	20	0	1	41	30
28	0	5	59	1	0	0	54	17	11	50	34	19	11	44	0	4	11	48	26	22	0	2	11	29
29	0	5	58	2	0	0	37	18	11	50	15	19	11	43	56	3	11	48	48	22	0	2	40	29
30	0	5	56	3	0	0	19	18	11	49	56	19	11	43	53	2	11	49	10	22	0	3	9	29
31	0	5	53	3	0	0	1	19					11	43	51	1					0	3	38	28

TABLE IV.

ÉQUATION de l'Horloge, ou Table du Temps moyen à l'inſtant du Midi vrai.

POUR la troiſieme Année après la BISSEXTILE.

Jours.	JANVIER.				FÉVRIER.				MARS.				AVRIL.				MAI.				JUIN.			
				Diff. croiſſ.				Diff. croiſſ.				Diff. décr.				Diff. décr.				Diff. décr.				Diff. croiſſ.
	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.
1	0	4	6	28	0	14	4	7 Différ. croiſſantes.	0	12	39	12	0	3	57	18	11	56	53	8 Différences décroiſſantes.	11	57	19	9
2	0	4	34	28	0	14	11	6	0	12	27	13	0	3	39	18	11	56	45	7	11	57	28	9
3	0	5	2	27	0	14	17	5	0	12	14	13	0	3	21	18	11	56	38	6	11	57	37	10
4	0	5	29	27	0	14	22	5	0	12	1	14	0	3	3	18	11	56	32	6	11	57	47	10
5	0	5	56	27	0	14	27	4	0	11	47	14	0	2	45	18	11	56	26	5	11	57	57	10
6	0	6	23	26	0	14	31	3	0	11	33	15	0	2	27	17	11	56	21	5	11	58	7	11
7	0	6	49	25	0	14	34	2	0	11	18	15	0	2	10	17	11	56	16	4	11	58	18	11
8	0	7	14	25	0	14	36	2	0	11	3	15	0	1	53	17	11	56	12	4	11	58	29	11
9	0	7	39	25	0	14	38	1	0	10	48	16	0	1	36	17	11	56	8	3	11	58	40	12
10	0	8	4	24	0	14	39	0	0	10	32	16 Différences décroiſſantes.	0	1	19	17 Différences décroiſſantes.	11	56	5	2	11	58	52	12 Différences croiſſantes.
11	0	8	28	23 Différences croiſſantes.	0	14	39	1	0	10	16	16	0	1	2	16	11	56	3	2	11	59	4	12
12	0	8	51	23	0	14	38	1	0	10	0	17	0	0	46	16	11	56	1	1	11	59	16	12
13	0	9	14	22	0	14	37	2 Différences décroiſſantes.	0	9	43	17	0	0	30	16	11	56	0	1	11	59	28	12
14	0	9	36	21	0	14	35	3	0	9	26	17	0	0	14	15	11	55	59	0	11	59	40	12
15	0	9	57	20	0	14	32	4	0	9	9	17	11	59	59	15	11	55	59	0	11	59	52	13
16	0	10	17	20	0	14	28	5	0	8	52	18	11	59	44	14	11	55	59	1	0	0	5	13
17	0	10	37	19	0	14	23	5	0	8	34	18	11	59	30	14	11	56	0	2	0	0	18	13
18	0	10	56	19	0	14	18	6	0	8	16	18	11	59	16	14	11	56	2	2 Différences croiſſantes.	0	0	31	13
19	0	11	15	18	0	14	12	6	0	7	58	18	11	59	2	13	11	56	4	3	0	0	44	13
20	0	11	33	17	0	14	6	7	0	7	40	18	11	58	49	13	11	56	7	3	0	0	57	13
21	0	11	50	16	0	13	59	8	0	7	22	18	11	58	36	13	11	56	10	4	0	1	10	13
22	0	12	6	15	0	13	51	9	0	7	4	19	11	58	23	12	11	56	14	4	0	1	23	13
23	0	12	21	14	0	13	42	9	0	6	45	19	11	58	11	11	11	56	18	5	0	1	36	13
24	0	12	35	14	0	13	33	9	0	6	26	19	11	58	0	11	11	56	23	5	0	1	49	12
25	0	12	49	13	0	13	24	10	0	6	7	18	11	57	49	11	11	56	28	6	0	2	1	13
26	0	13	2	12	0	13	14	11	0	5	49	19	11	57	38	10	11	56	34	6	0	2	14	12
27	0	13	14	12	0	13	3	12	0	5	30	19	11	57	28	10	11	56	40	7	0	2	26	13
28	0	13	26	11	0	12	51	12	0	5	11	18	11	57	18	9	11	56	47	7	0	2	39	12
29	0	13	37	10					0	4	53	19	11	57	9	8	11	56	54	8	0	2	51	12
30	0	13	47	9					0	4	34	18	11	57	1	8	11	57	2	8	0	3	3	12
31	0	13	56	8					0	4	16	19					11	57	10	9				

TABLE IV.

ÉQUATION de l'Horloge, ou Table du Temps moyen à l'inſtant du Midi vrai.

POUR la troiſieme Année après la BISSEXTILE.

Jours.	JUILLET.			Diff. croiſſ.	AOUST.			Diff. décr.	SEPTEMBRE.			Diff. décr.	OCTOBRE.			Diff. décr.	NOVEMBRE.			Diff. croiſſ.	DÉCEMBRE.			Diff. croiſſ.
	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.	H.	M.	S.	S.
1	0	3	15	11	0	5	51	4	11	59	47	19	11	49	41	19	11	43	50	0	11	49	27	23
2	0	3	26	11	0	5	47	4	11	59	28	19	11	49	22	18	11	43	50	0	11	49	50	24
3	0	3	37	11	0	5	43	5	11	59	9	19	11	49	4	18	11	43	50	1	11	50	14	24
4	0	3	48	11	0	5	38	5	11	58	50	20	11	48	46	18	11	43	51	1	11	50	38	25
5	0	3	59	10	0	5	33	6	11	58	30	20	11	48	28	17	11	43	52	3	11	51	3	25
6	0	4	9	10	0	5	27	7	11	58	10	21	11	48	11	17	11	43	55	3	11	51	28	26
7	0	4	19	10	0	5	20	7	11	57	51	20	11	47	54	16	11	43	58	4	11	51	54	26
8	0	4	29	9	0	5	13	8	11	57	31	21	11	47	38	16	11	44	2	5	11	52	20	27
9	0	4	38	9 Différences croiſſantes.	0	5	5	8	11	57	10	20	11	47	22	16	11	44	7	6	11	52	47	27
10	0	4	47	8	0	4	57	9	11	56	50	21 Différences décroiſſantes.	11	47	6	15 Différences décroiſſantes.	11	44	13	7 Différences croiſſantes.	11	53	14	28
11	0	4	55	8	0	4	48	10 Différences décroiſſantes.	11	56	29	20	11	46	51	15	11	44	20	8	11	53	42	28 Différences croiſſantes.
12	0	5	3	7	0	4	38	10	11	56	9	21	11	46	36	14	11	44	28	8	11	54	10	29
13	0	5	10	7	0	4	28	10	11	55	48	21	11	46	22	14	11	44	36	10	11	54	39	29
14	0	5	17	7	0	4	18	11	11	55	27	21	11	46	8	13	11	44	46	10	11	55	8	29
15	0	5	24	6	0	4	7	12	11	55	6	21	11	45	55	13	11	44	56	11	11	55	37	29
16	0	5	30	5	0	3	55	12	11	54	45	21	11	45	42	12	11	45	7	12	11	56	6	29
17	0	5	35	5	0	3	43	13	11	54	24	20	11	45	30	11	11	45	19	12	11	56	35	30
18	0	5	40	5	0	3	30	13	11	54	4	21	11	45	19	11	11	45	31	13	11	57	5	30
19	0	5	45	4	0	3	17	14	11	53	43	21	11	45	8	10	11	45	44	14	11	57	35	30
20	0	5	49	3	0	3	3	14	11	53	22	21	11	44	58	10	11	45	58	15	11	58	5	30
21	0	5	52	3	0	2	49	14	11	53	1	21	11	44	48	9	11	46	13	16	11	58	35	30
22	0	5	55	2	0	2	35	15	11	52	40	20	11	44	39	8	11	46	29	17	11	59	5	30
23	0	5	57	2	0	2	20	16	11	52	20	21	11	44	31	7	11	46	46	18	11	59	35	30
24	0	5	59	1	0	2	4	16	11	51	59	20	11	44	24	7	11	47	4	18	0	0	5	30
25	0	6	0	0 Décroiſſantes.	0	1	48	16	11	51	39	20	11	44	17	6	11	47	22	19	0	0	35	30
26	0	6	0	0	0	1	32	17	11	51	19	20	11	44	11	5	11	47	41	20	0	1	5	29
27	0	6	0	1	0	1	15	17	11	50	59	20	11	44	6	5	11	48	1	20	0	1	34	30
28	0	5	59	1	0	0	58	17	11	50	39	19	11	44	1	4	11	48	21	21	0	2	4	29
29	0	5	58	2	0	0	41	18	11	50	20	20	11	43	57	3	11	48	42	22	0	2	33	29
30	0	5	56	2	0	0	23	18	11	50	0	19	11	43	54	2	11	49	4	23	0	3	2	29
31	0	5	54	3	0	0	5	18					11	43	52	2					0	3	31	28

TABLE V.

DE *l'accélération des Etoiles fixes ſur le moyen mouvement du Soleil, pour ſervir à vérifier la marche de l'Horloge, en laiſſant écouler pluſieurs jours entre les obſervations, depuis* 1 *juſqu'à* 45 *jours.*

Jours.	H.	M.	S.	Jours.	H.	M.	S.	Jours.	H.	M.	S.
1	0	3	56	16	1	2	54	31	2	1	53
2	0	7	52	17	1	6	50	32	2	5	49
3	0	11	48	18	1	10	40	33	2	9	45
4	0	15	44	19	1	14	42	34	2	13	40
5	0	19	39	20	1	18	38	35	2	17	36
6	0	23	35	21	1	22	34	36	2	21	32
7	0	27	31	22	1	26	30	37	2	25	28
8	0	31	27	23	1	30	26	38	2	29	24
9	0	35	23	24	1	34	22	39	2	33	20
10	0	39	19	25	1	38	17	40	2	37	16
11	0	43	15	26	1	42	13	41	2	41	12
12	0	47	11	27	1	46	9	42	2	45	8
13	0	51	7	28	1	50	5	43	2	49	4
14	0	55	3	29	1	54	1	44	2	52	59
15	0	58	58	30	1	57	57	45	2	56	55

TABLE DES PLANCHES

DE LA PREMIERE PARTIE.

Cette Table indique le numéro du Livre dans lequel les Figures de ces Planches ſont expliquées.

PLANCHE I, Fig. 1, n°. 13. Fig. 2, n°. 20. Fig. 3, n°. 24. Fig. 4, n°. 48. Fig. 5, n°. 124. Fig. 6, n°. 125. Fig. 7, n°. 126.

PLANCHE II, fig. 1, n°. 68. fig. 2, n°. 59.

PLANCHE III, Fig. 1, n°. 62. Fig. 2, n°. 64. Fig. 3, n°. 69. Fig. 4, n°. 69. Fig. 5 & 6, n°. 423. Fig. 7, 8 & 9, n°. 77 & ſuiv.

PLANCHE IV, Fig. 1, n°. 93. Fig. 2 & 3, n°. 514. Fig. 4 & 5, n°. 100 & 101.

PLANCHE V, Fig. 1, 2, 3, n°. 110 & ſuiv. Fig. 4, 5, 6, n°. 122 & 123.

PLANCHE VI & VII, Chap. IX, n°. 155 & ſuiv.

PLANCHE VIII, Fig. 1, n°. 177 & ſuiv. Fig. 4 & 5, n°. 328.

PLANCHE IX, Fig. 1, n°. 182. Fig. 2, n°. 184. Fig. 3, n°. 195. Fig. 4, n°. 189. Fig. 5, 6, 7, n°. 194.

PLANCHE X, Fig. 1, 2, 3, 4 & 5, n°. 200 & ſuiv.

PLANCHE XI, Fig. 1, n°. 218. Fig. 2, n°. 221. Fig. 3, n°. 261. Fig. 4, n°. 257. Fig. 5, n°. 259. Fig. 6, n°. 261.

PLANCHE XII, Fig. 1, n°. 238. Fig. 2, 3, 4, n°. 240. Fig. 5 & 6, n°. 245. Fig. 7, n°. 246. Fig. 9, n°. 254.

PLANCHE XIII eſt relative au Chap. XVIII, n°. 300 & ſuiv.

TABLE DES PLANCHES.

PLANCHE XIV, Fig. 1, 2, n°. 265. Fig. 3, n°. 281. Fig. 4, n°. 285. Fig. 5, n°. 541. Fig. 6, n°. 692. Fig. 7, n°. 701.

PLANCHE XV, Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, n°. 401 & ſuiv. Fig. 8, n°. 397. Fig. 10, n°. 395.

PLANCHE XVI, n°. 428 & ſuiv.

PLANCHE XVII, Fig. 1, n°. 455. Fig. 2, n°. 470. Fig. 3 & 4, n°. 504. Fig. 5, 6, n°. 447 & ſuiv.

PLANCHE XVIII. Fig. 1, n°. 475. Fig. 2, n°. 478. Fig. 3, n°. 479. Fig. 4, n°. 480. Fig. 5, n°. 481. Fig. 6, n°. 482. Fig. 7, n°. 483. Fig. 8, n°. 484. Fig. 9, n°. 485. Fig. 10, n°. 486. Fig. 12 n°. 487. Fig. 13 & 14, n°. 512 & 513. Fig. 15, n°. 508.

PLANCHE XIX, Fig. 1, n°. 488. Fig. 2 & 3, n°. 493. Fig. 4 & 5 n°. 496. Fig. 6, 7, 8, 9 & 10, n°. 497 & ſuiv.

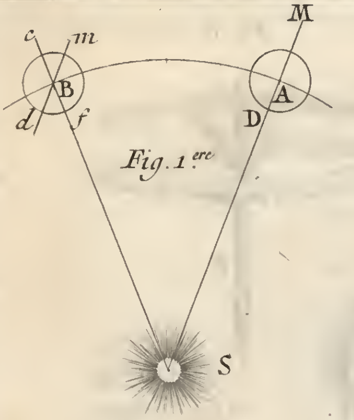


Fig. 1.ere

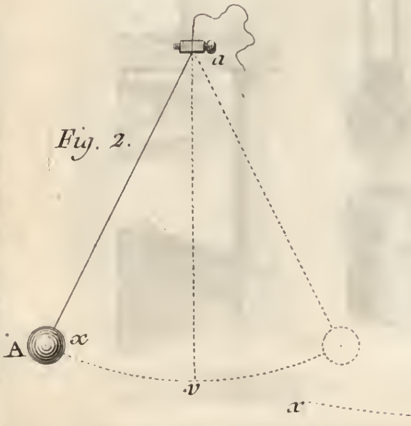


Fig. 2.

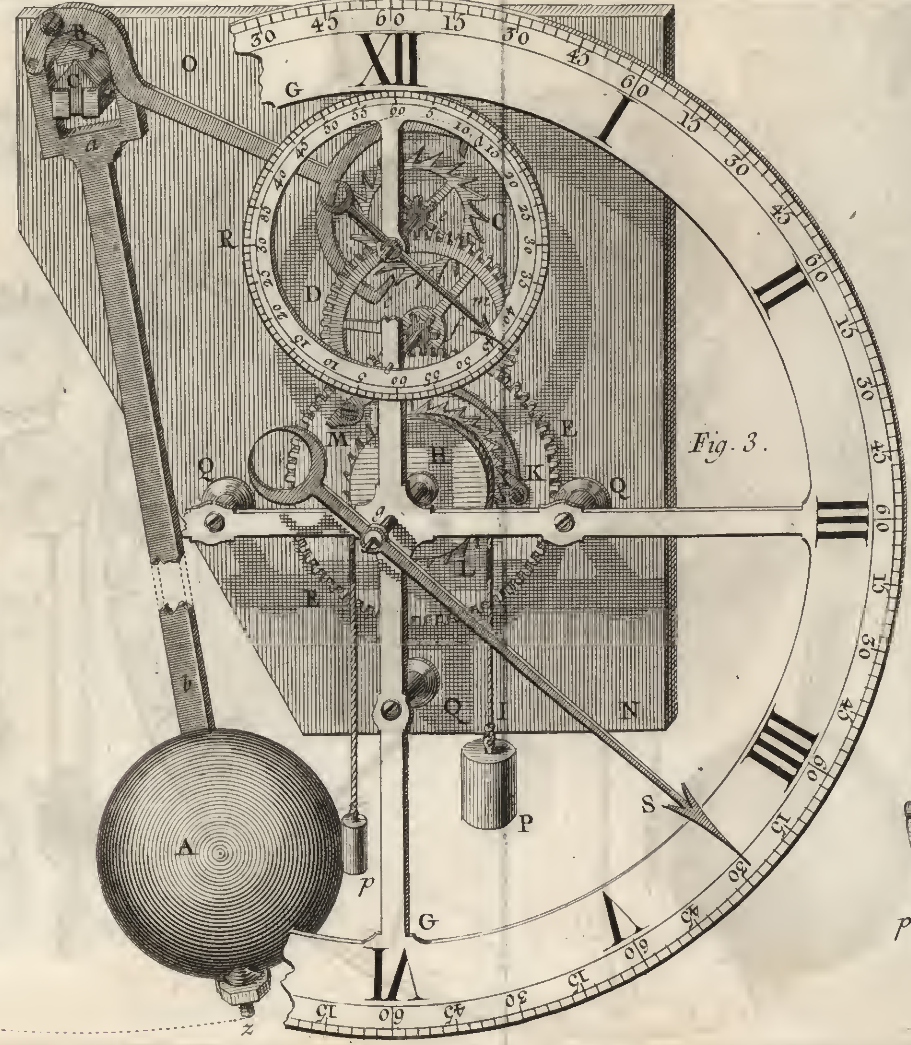


Fig. 3.
XII
I
II
III
IIII
V
VI
O
G
R
C
D
E
F
H
K
M
L
Q
I
N
P
p
S
A
a
b
z

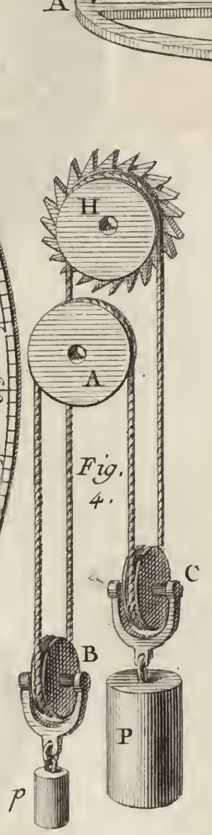


Fig. 4.

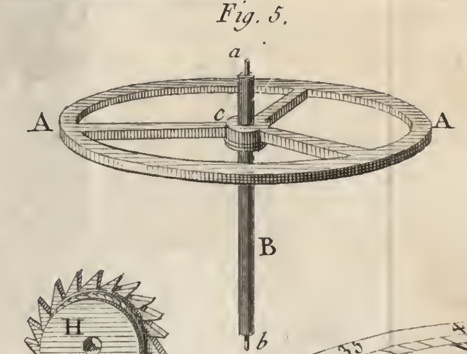


Fig. 5.

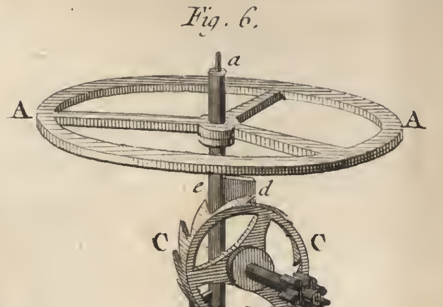


Fig. 6.

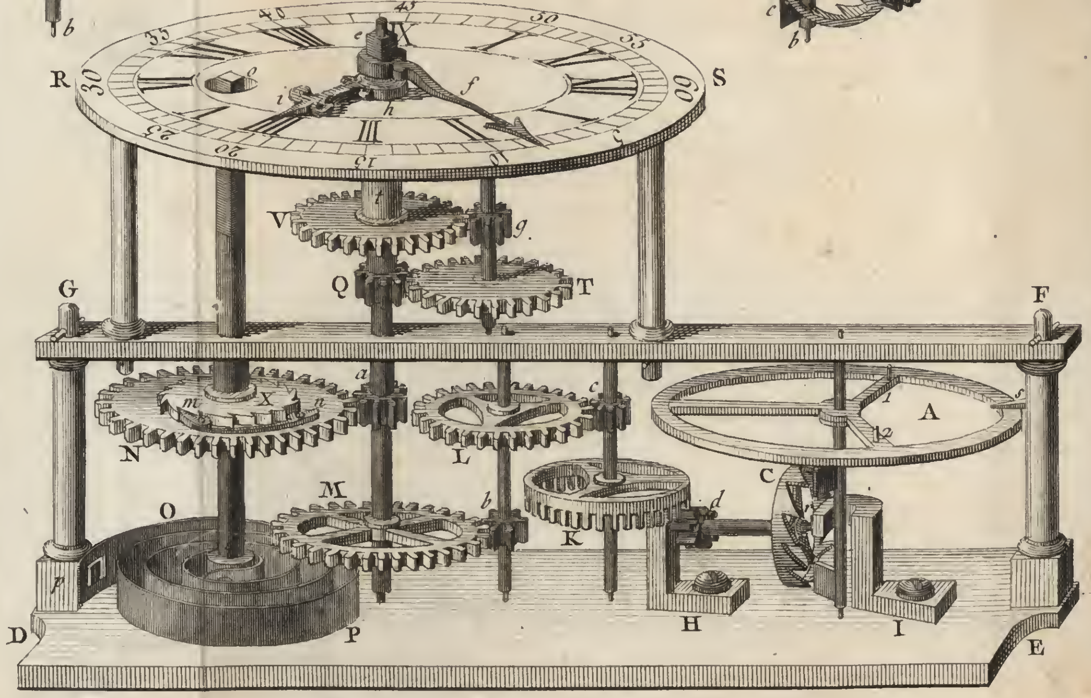


Fig. 7.
l
R
S
V
g
Q
T
G
F
N
L
A
C
M
K
d
O
H
I
D
P
E

Goussier del. P. Chaffard Sculp.

Back of
Foldout
Not Imaged

Pendule a Secondes et Sonnerie

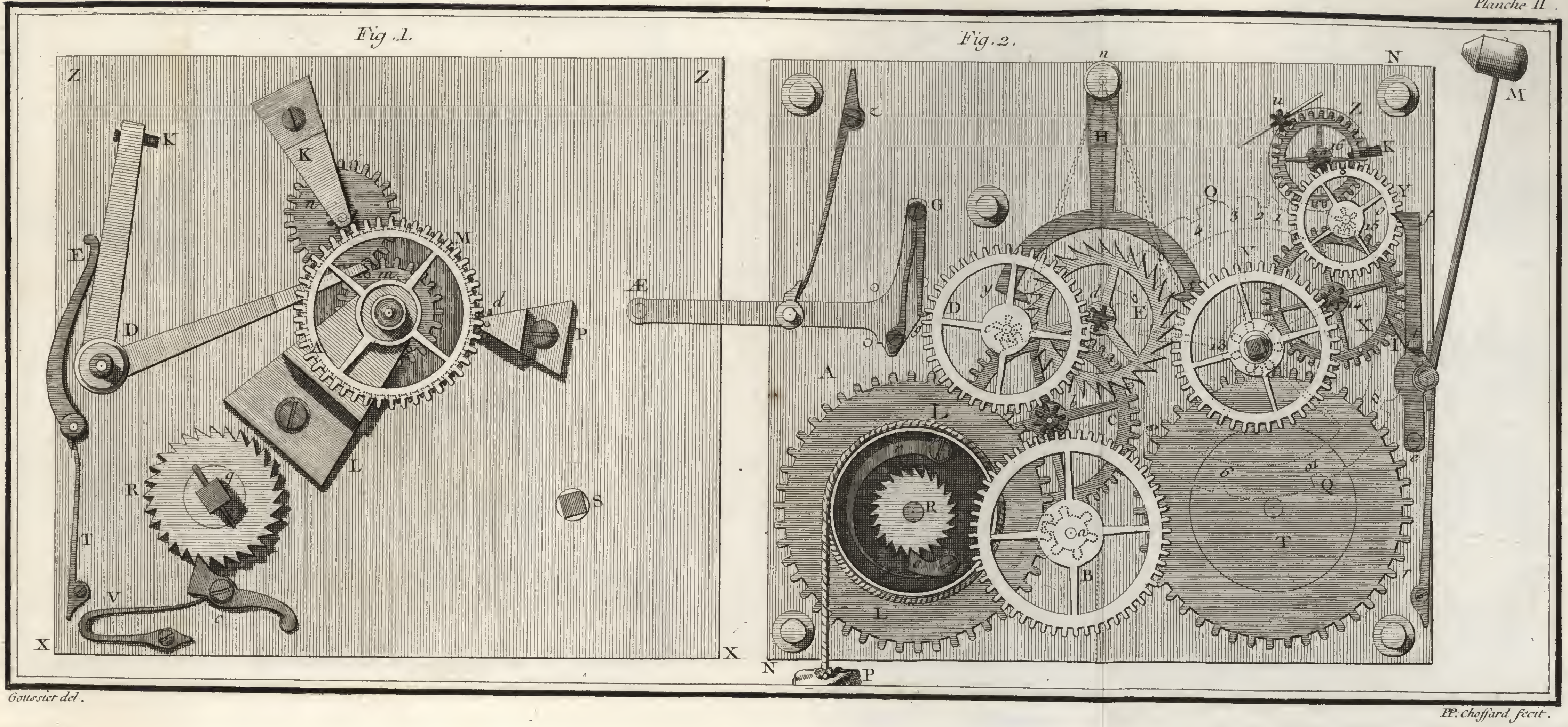


Fig. 1.
Z
Z
K
K
n
M
m
d
P
E
D
L
R
q
S
T
V
c
X
X
Fig. 2.
n
N
M
z
H
u
Z
K
G
Y
Q
Æ
y
D
E
d
X
I
A
L
C
R
Q
a
B
T
L
N
P

Goussier del.

P.P. Choffard fecit.

Back of
Foldout
Not Imaged

Profil de la Pendule a Secondes

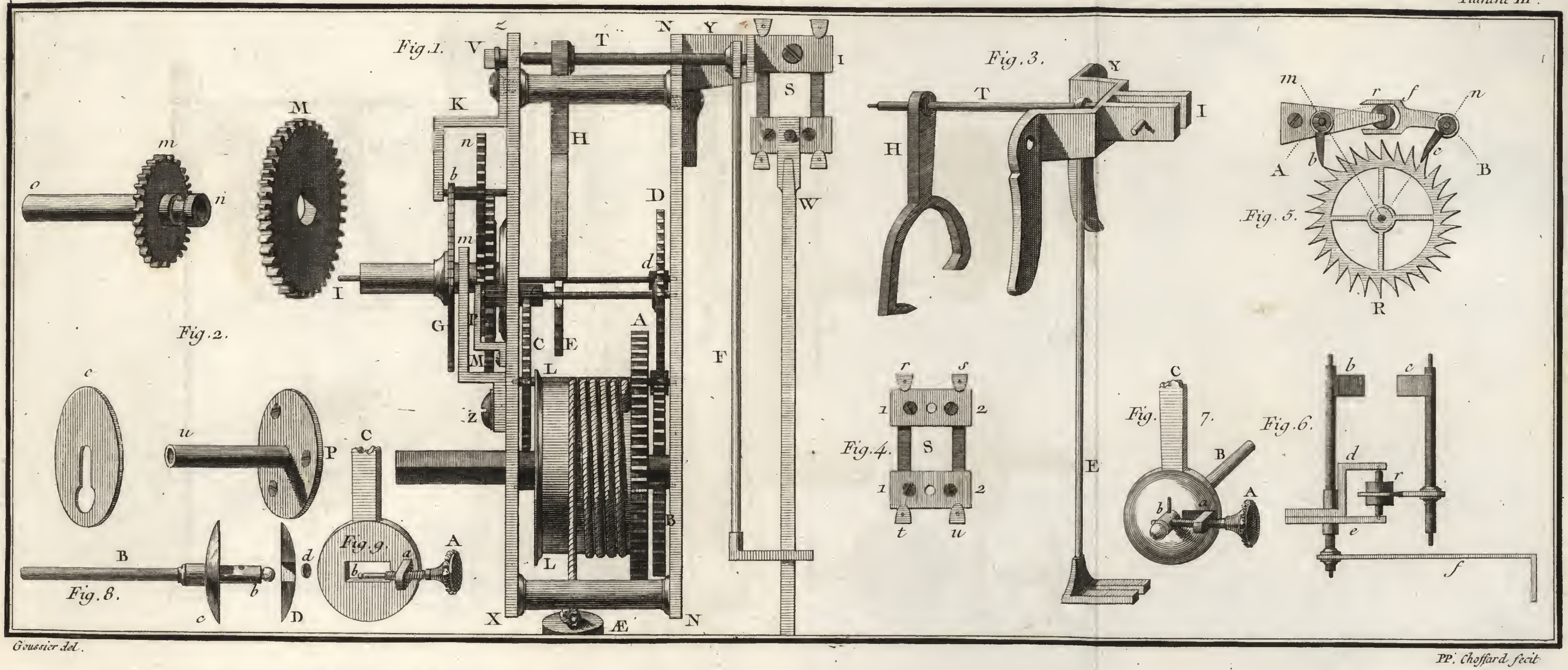


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
P
R
S
T
V
W
X
Y
Z
Æ
a
b
c
d
e
f
m
n
o
r
s
t
u
z
1
2

Goussier del.

PP. Choffard fecit

Back of
Foldout
Not Imaged

Outil d'Engrenage

Sonnerie qui va un an sans remonter

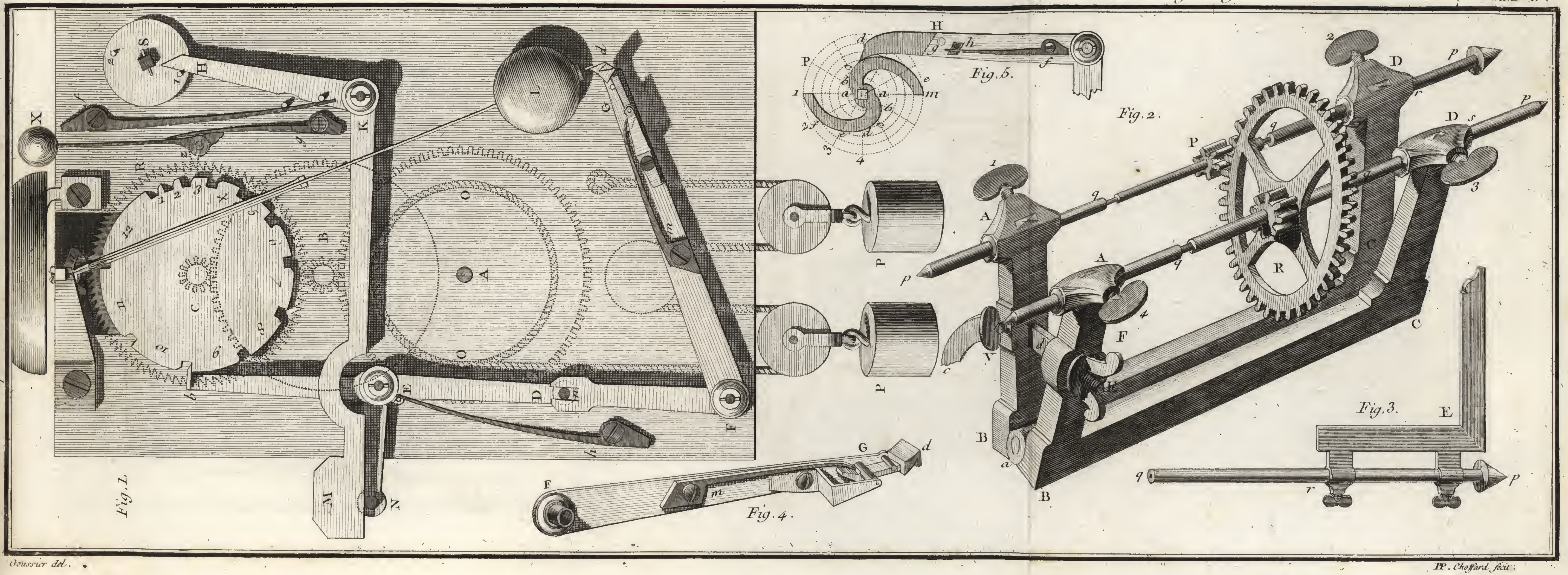

S
H
R
X
L
G
d
f
g
K
B
C
A
O
D
E
F
M
N
h
b
l
m
P
a
c
e
q
r
p
s
V
1
2
3
4
12

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Goussier del.

P.P. Choffard fecit.

Back of
Foldout
Not Imaged

Pendule à Répétition

Planche V.

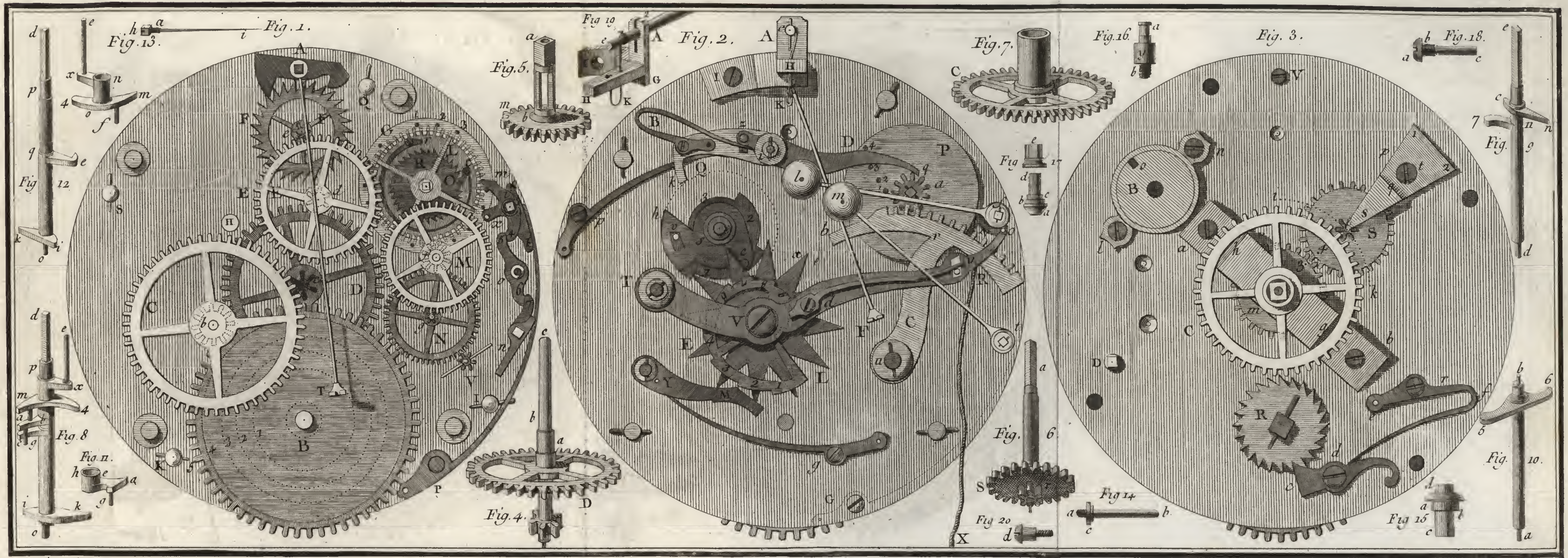


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12
Fig. 13.
Fig 14
Fig 15
Fig. 16.
Fig 17
Fig. 18.
Fig 19
Fig 20

Goussier del.

P.P. Choffard fecit.

Back of
Foldout
Not Imaged

Plan d'une Montre a Roue de Rencontre.

Planche VI.

Fig. 1.

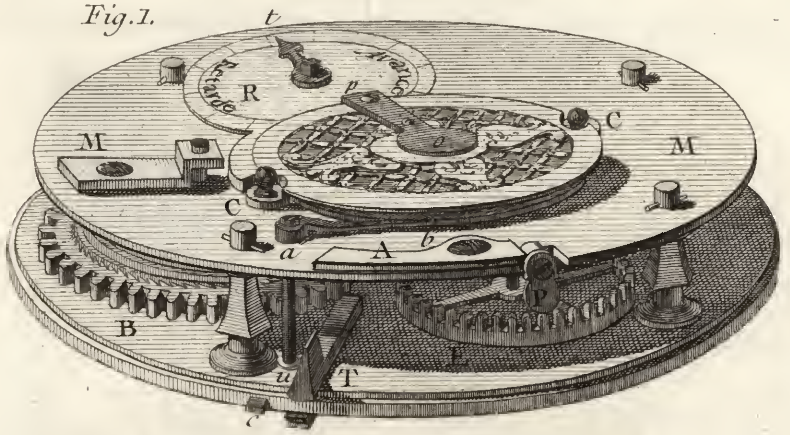

t
Retard
Avance
R
p
o
C
M
M
C
a
b
A
P
B
E
T
u
c

Fig. 2.

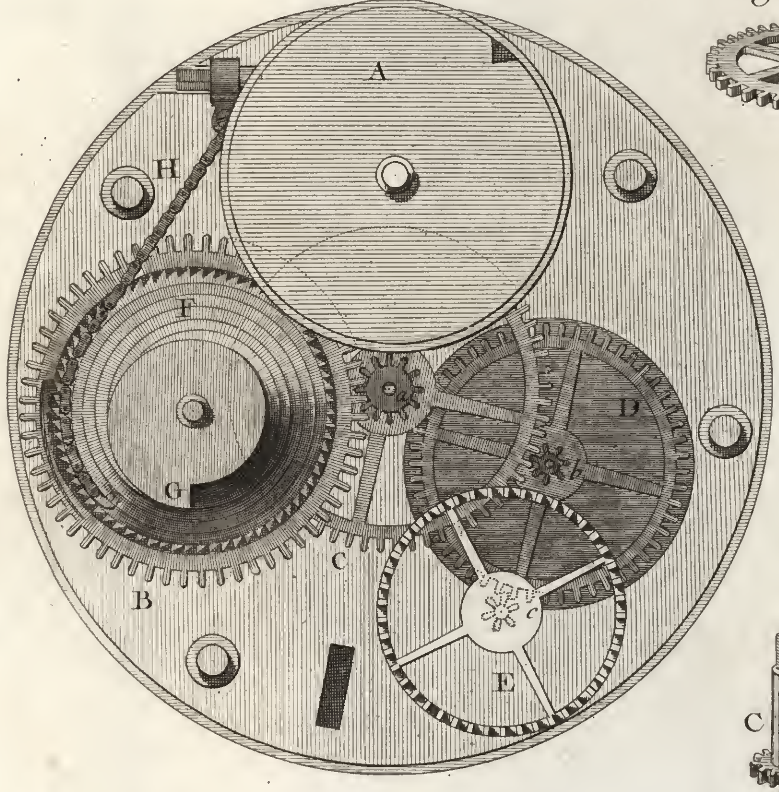

A
H
F
G
B
C
D
b
c
E

Fig. 7

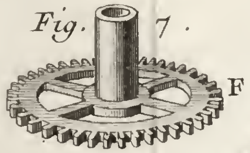


Fig. 3.

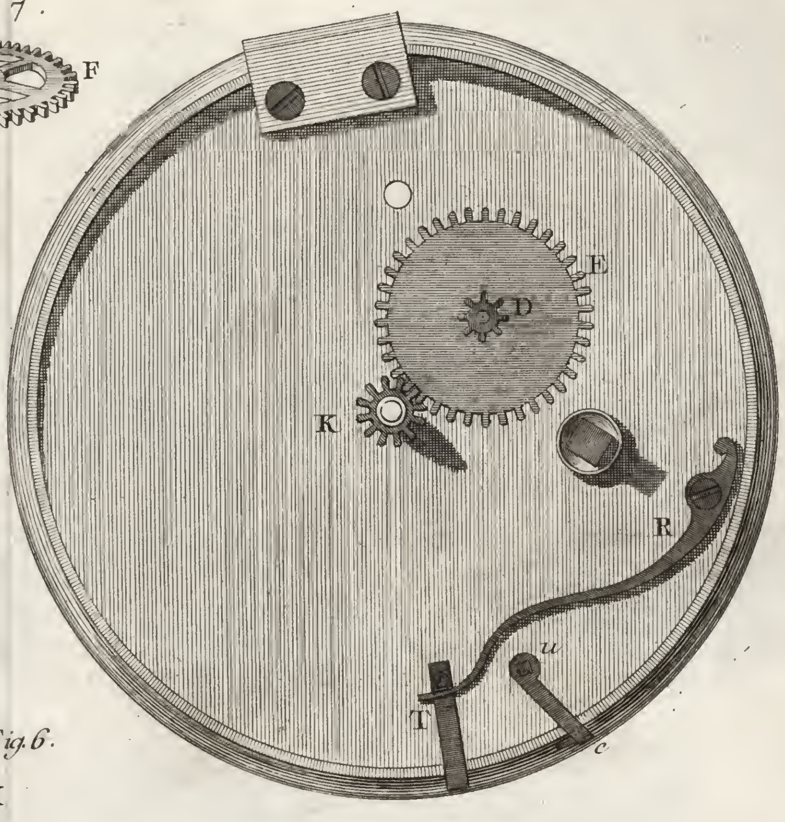


Fig. 4.

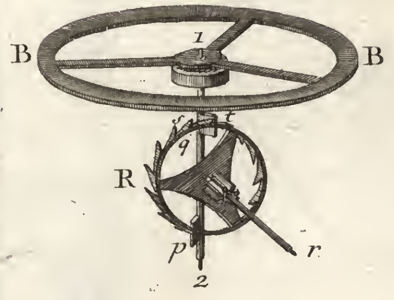

1
B
B
s
t
q
R
p
2
r

Fig. 5.

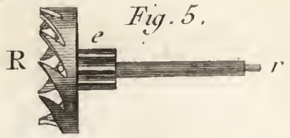
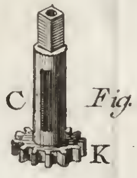


Fig. 6.



Goussier del.

P.P. Choffard fecit.

Back of
Foldout
Not Imaged

Développement de la montre à Roue de rencontre.

Planche VII.

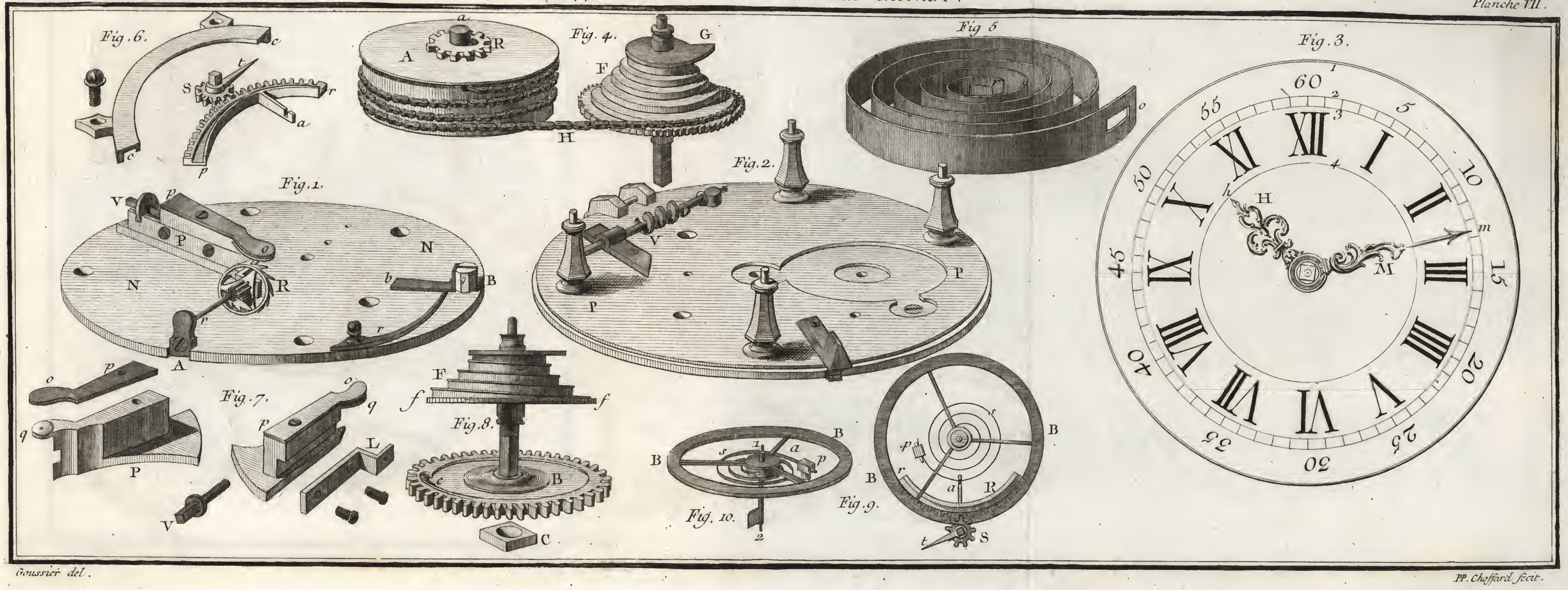


Fig. 6.
S t r a p c
Fig. 4.
a R A G F H
Fig. 5
o
Fig. 3.
60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5
1 2 3 4
XII I II III IIII V VI VII VIII IX X XI
H h M m
Fig. 1.
V p P N R b B r A
Fig. 2.
V P
Fig. 7.
o p q P V L
Fig. 8.
F f e B C
Fig. 10.
B s 1 a p 2
Fig. 9.
B s p r a R t S

Goussier del.

P.P. Choffard fecit.

Back of
Foldout
Not Imaged

Montre à Répétition Echappement à Cylindre Planche VIII.

Fig. 1.

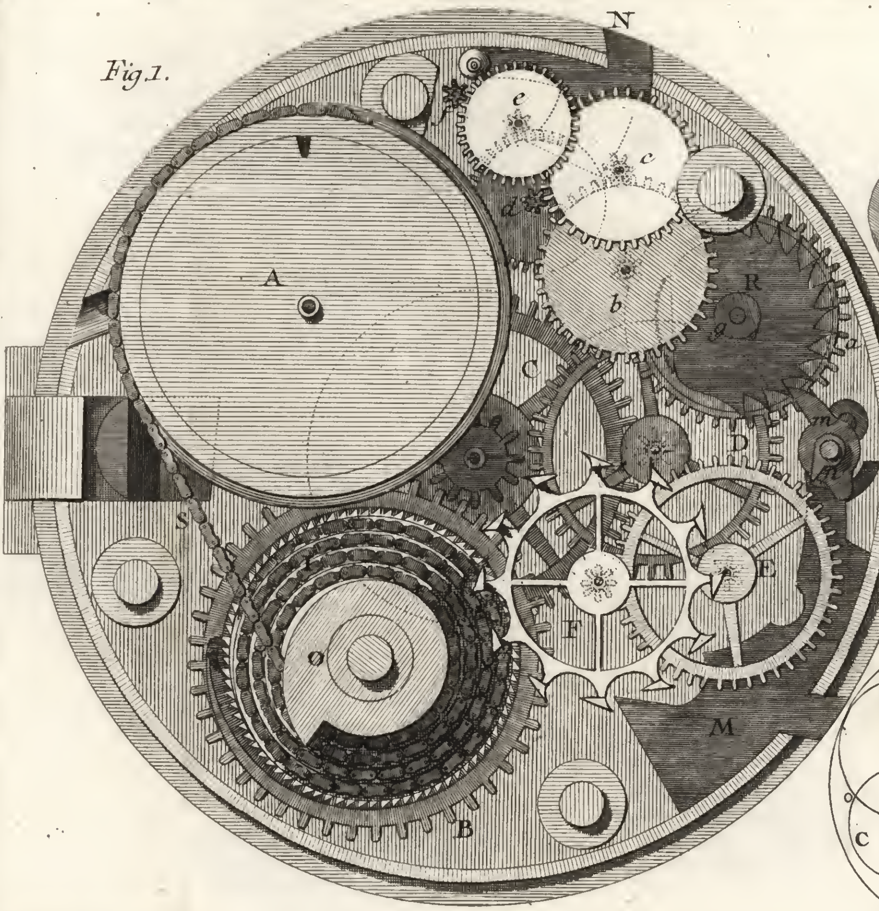

N
e
c
d
A
b
R
C
D
a
m
n
S
E
F
O
M
B

Fig. 3.

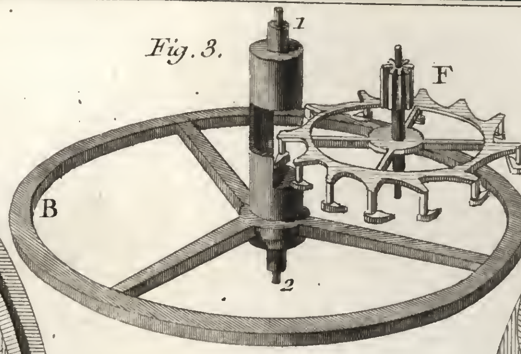


Fig. 2.

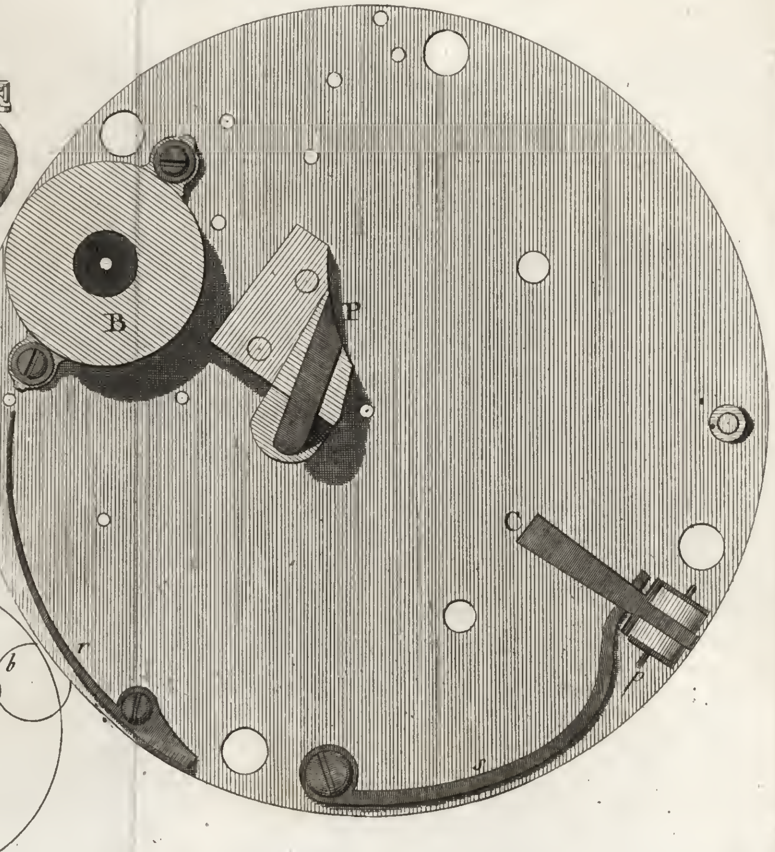


Fig. 4.

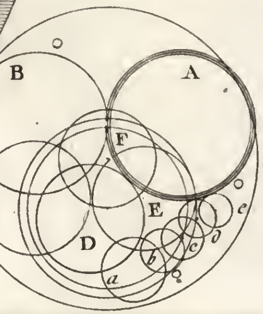
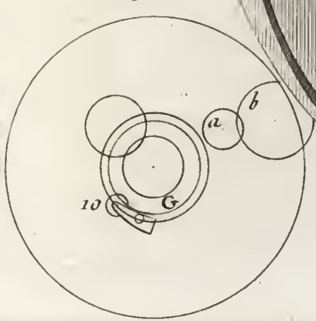

B
A
F
C
E
D
a
b
c
d
e

Fig. 5.



Goussier del.

P. Choffard fecit.

Back of
Foldout
Not Imaged

Cadrature de la Montre à Répétition.

Planche IX.

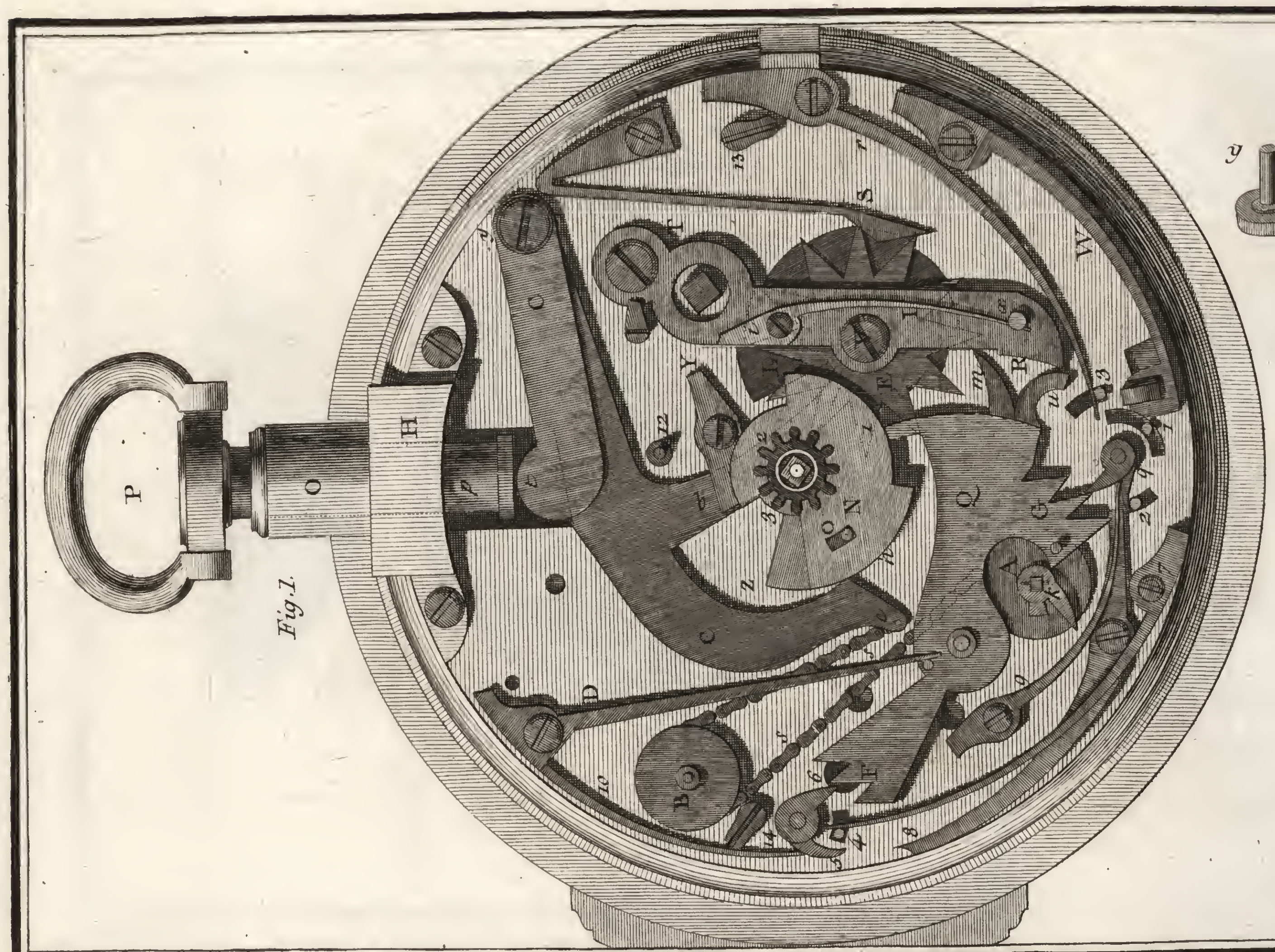
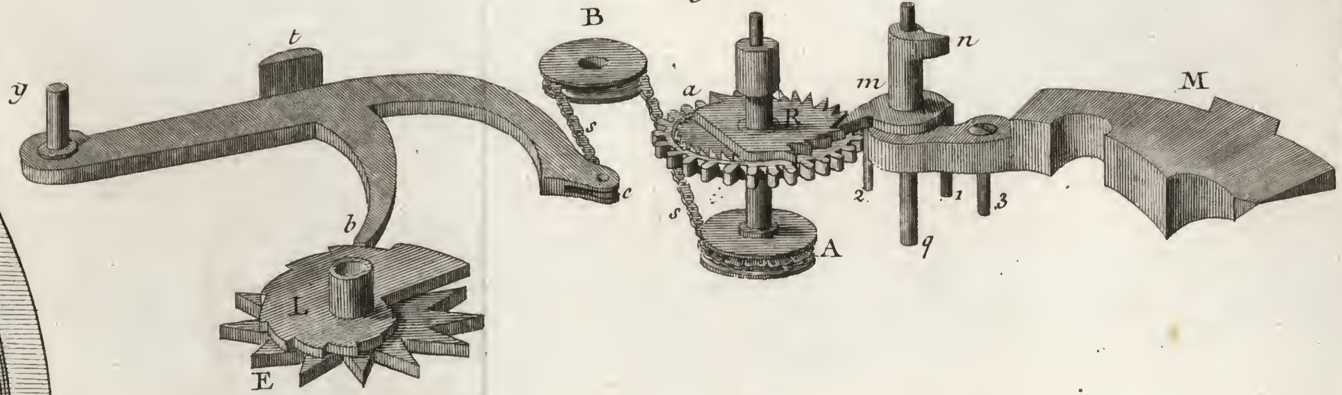


Fig. 1.

P
O
H
C
N
Q
G
B
D
F

Fig. 2.



y
t
b
L
E
B
s
c
a
R
m
n
M
2
1
3
q
A

Fig. 3.

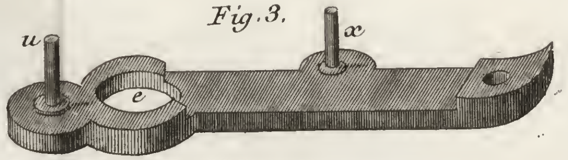


Fig. 5.

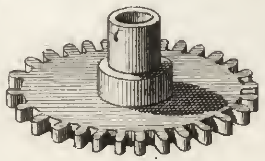


Fig. 4.

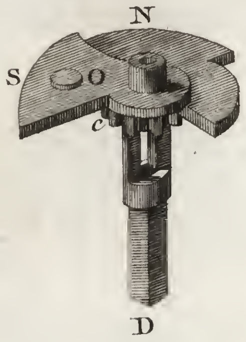


Fig. 7.

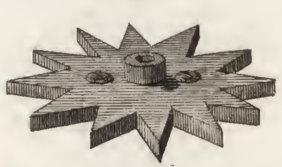
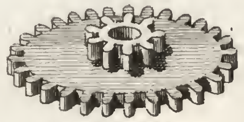


Fig. 6.



Goussier del.

P.P. Choffard fecit.

Back of
Foldout
Not Imaged

Fig. 1.

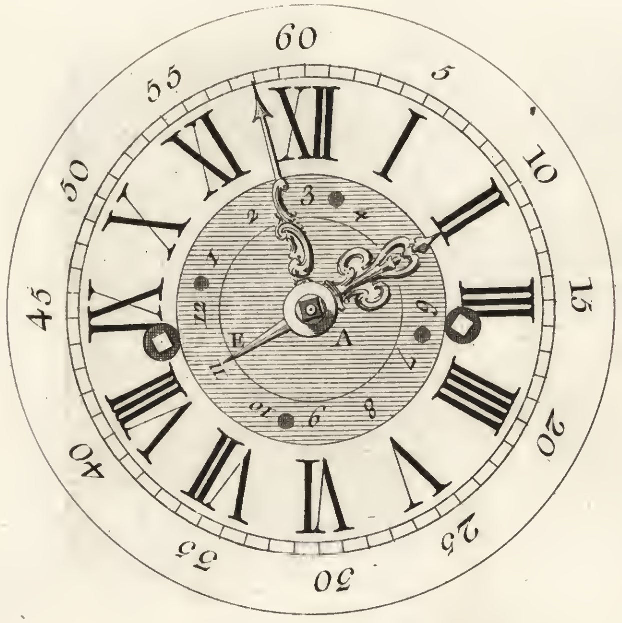

60
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
XII
I
II
III
IIII
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
A
E

Fig. 2.

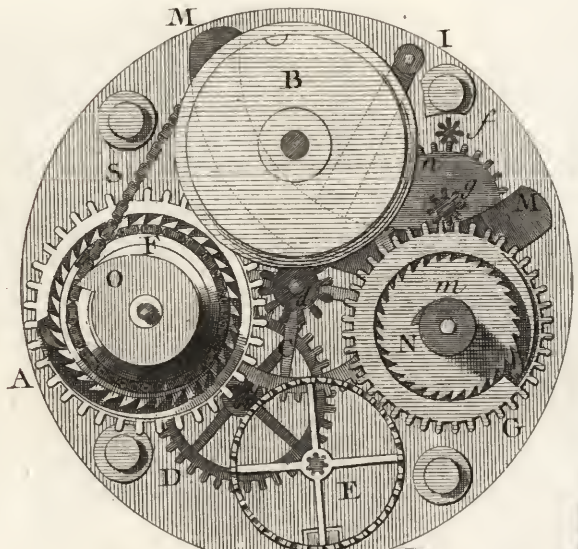

M
I
B
S
f
n
g
M
F
O
m
N
A
d
G
D
E

Fig. 3.

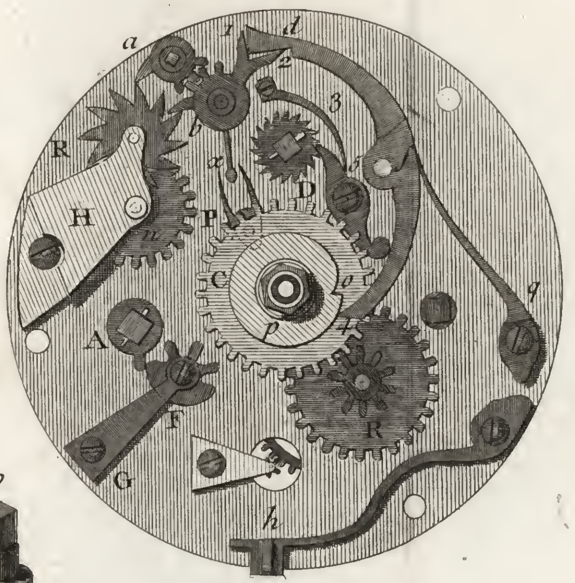
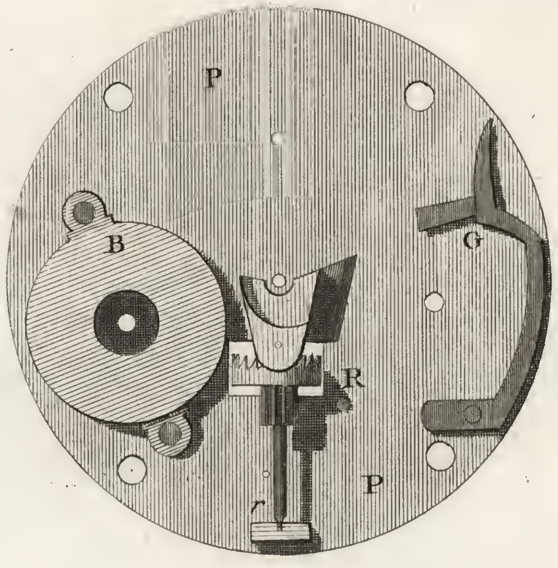

a
1
d
2
3
R
b
x
H
P
D
C
u
q
p
4
A
F
G
R
h

Fig. 4.



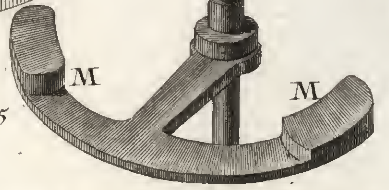


Fig. 5

Goussier del.

P.P. Choffard fecit.

Back of
Foldout
Not Imaged

Pendule à Équation

Fig. 1.

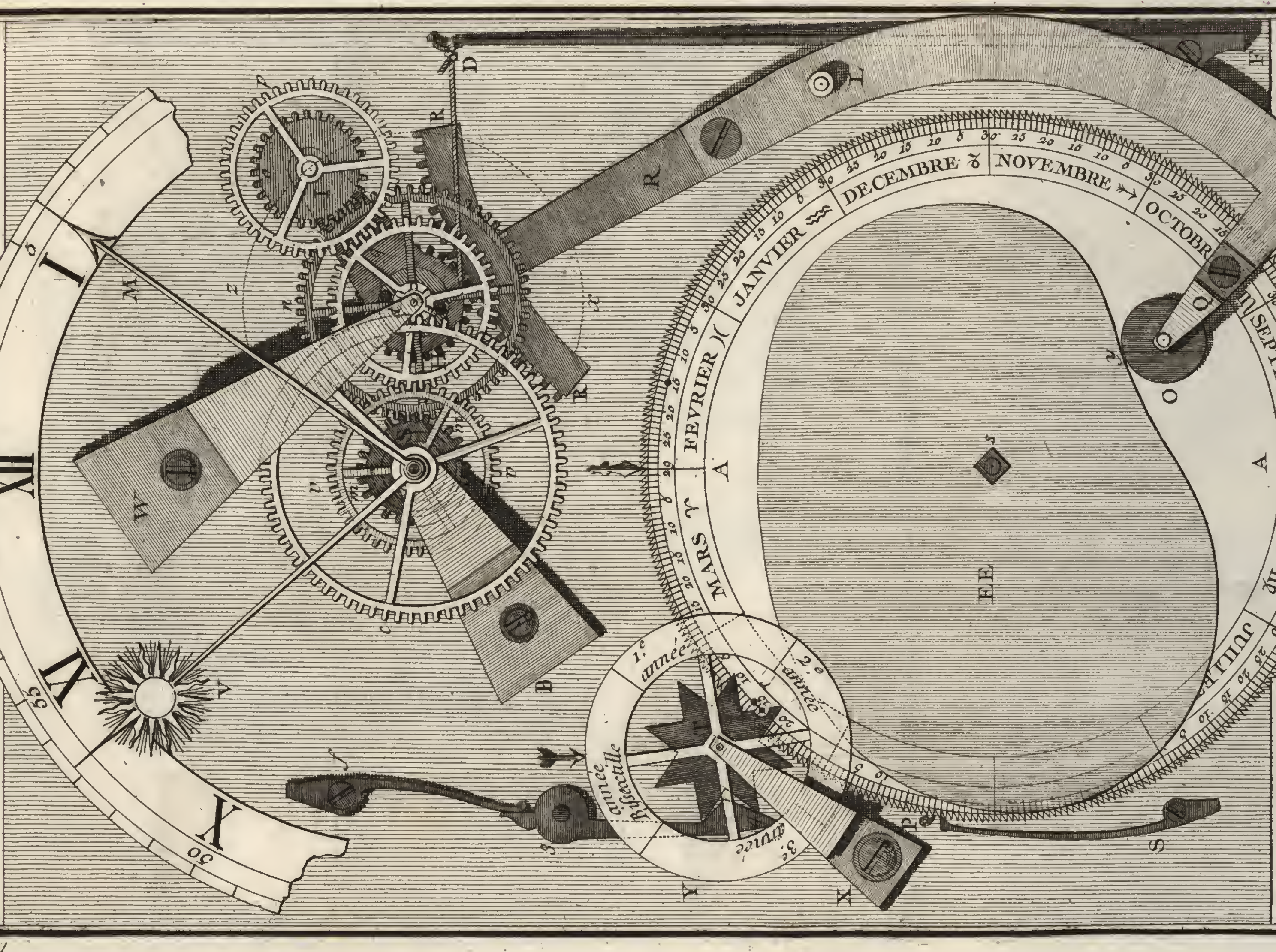

D
E
R
L
R
I
M
DECEMBRE
NOVEMBRE
OCTOBRE
SEPTEMBRE
AOUST
JUILLET
JANVIER
FEVRIER
MARS
A
A
O
EE
W
V
X
Y
S
B
1.e année
2.e année
3.e année
année bissextile
XII
XI
X
I
60
55
50

Fig. 2.

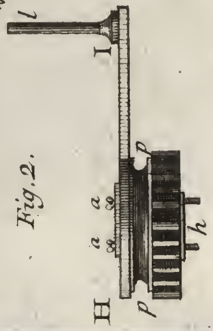


Fig. 3

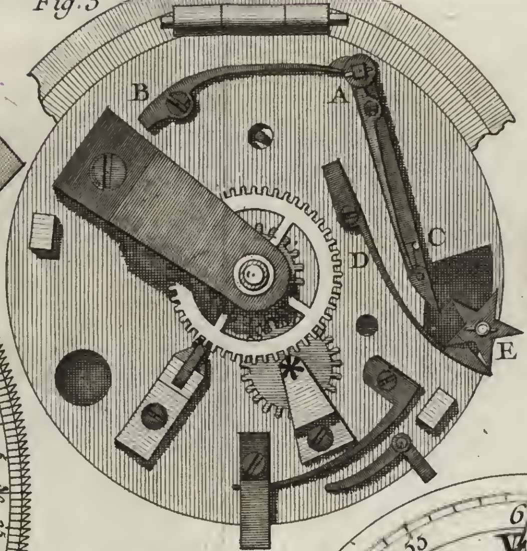


Fig. 5.

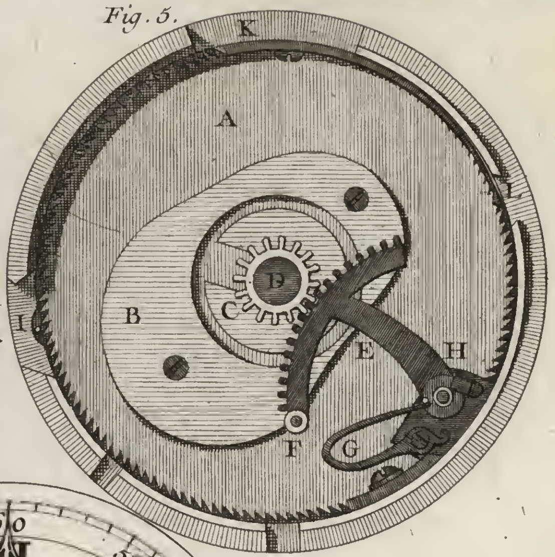
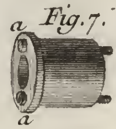

K
A
B
C
D
E
F
G
H
I

Fig. 7. Fig. 4.



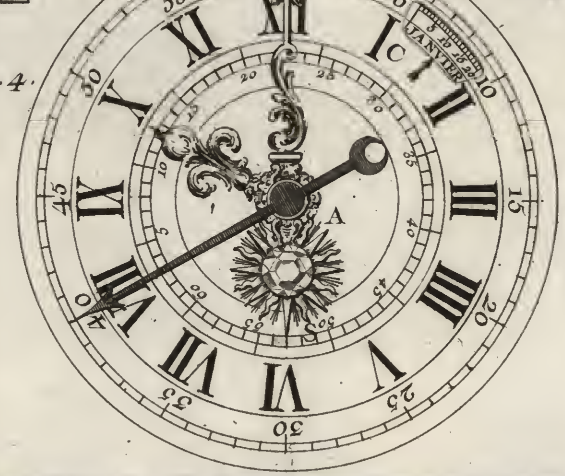
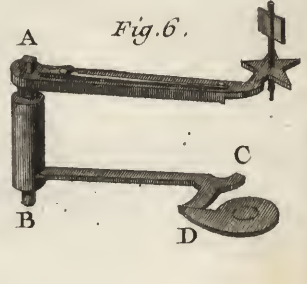

A
C
JANVIER
60
5
15
20
25
30
35
40
45
50
55
XII
I
II
III
IIII
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI

Fig. 6.



Goussier del.

PP. Choffard fecit

Back of
Foldout
Not Imaged

Pendule d'Équation a Cadran Mobile.

Planche XII.

Fig. 1ere.

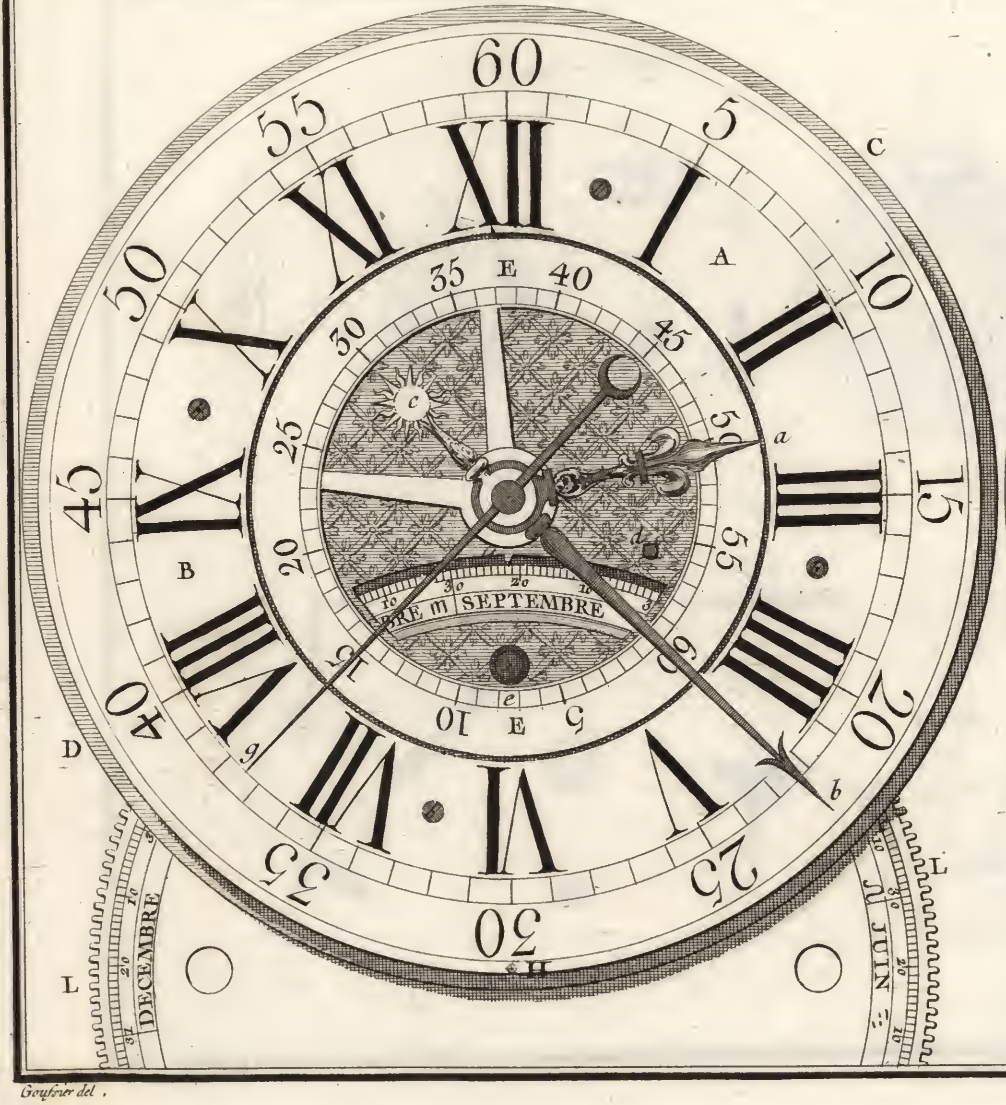

60
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
XII
I
II
III
IIII
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
A
B
C
D
E
H
L
a
b
c
d
e
35
40
45
50
55
5
10
15
20
25
SEPTEMBRE
DECEMBRE
JUIN

Fig. 2.

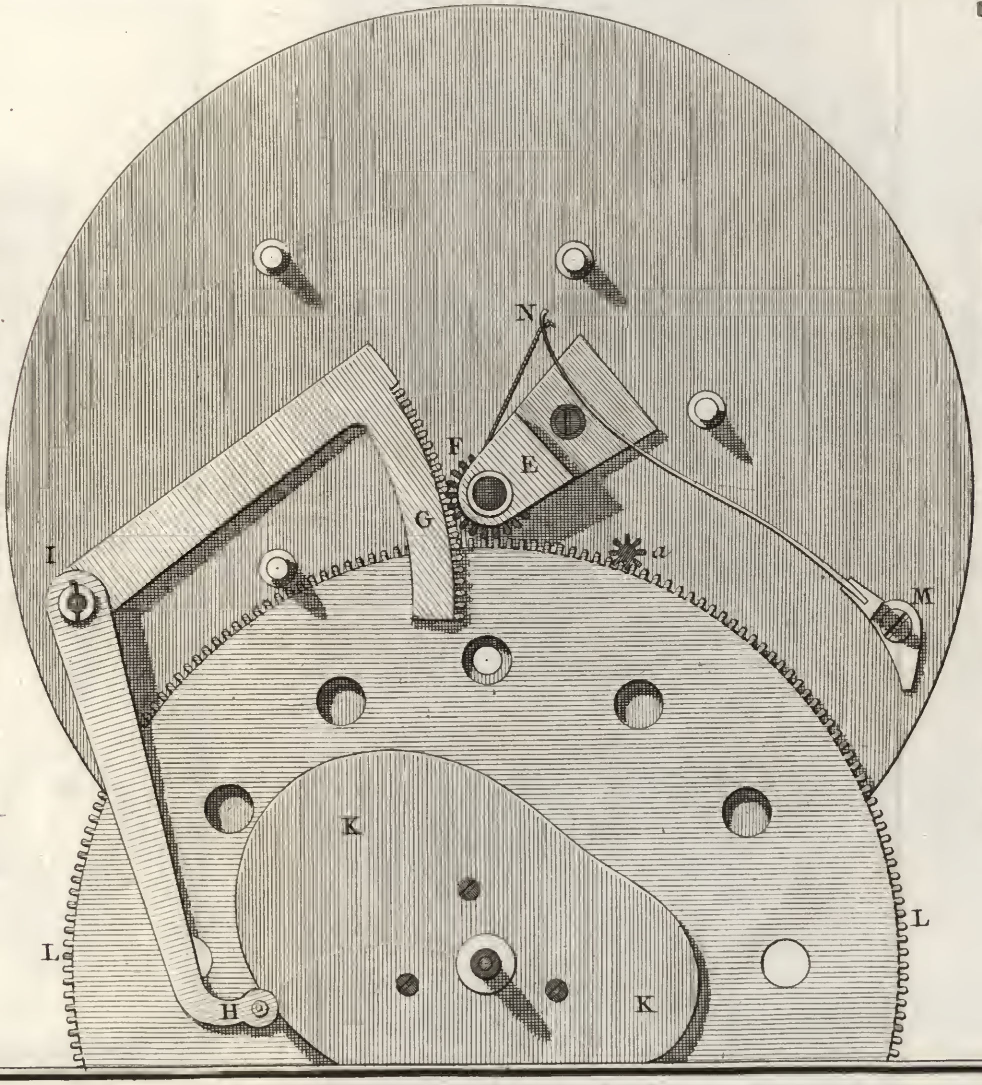

N
F
E
G
I
M
a
K
K
H
L
L

Fig. 3.

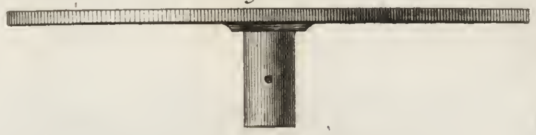


Fig. 4.

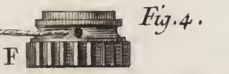


Fig. 5.

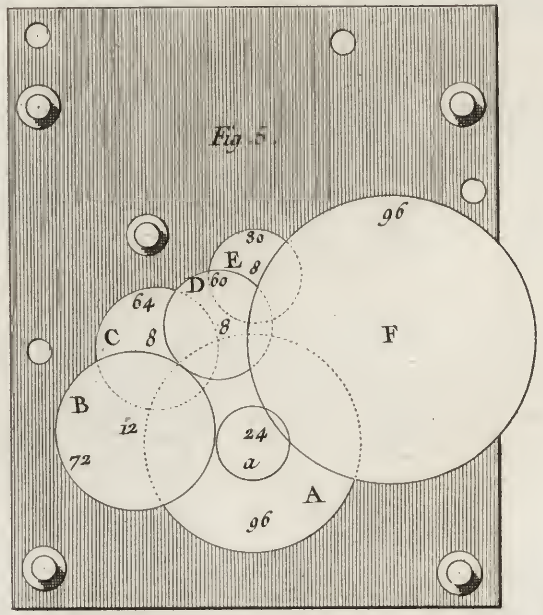

96
30
8
E
60
D
64
8
C
8
F
B
12
72
24
a
A
96

Fig. 6.

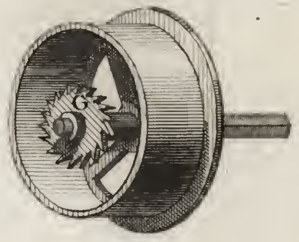


Fig. 7.

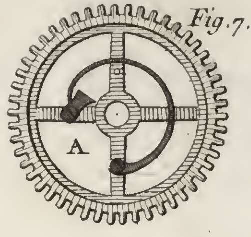
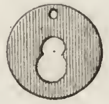


Fig. 8.



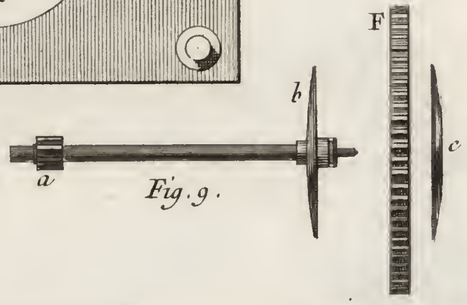


Fig. 9.

Goussier del.

P. Choffard Sculp.

Back of
Foldout
Not Imaged

Montre a Equation, Répétition et Secondes.

Planche XIII.

Fig. 1.

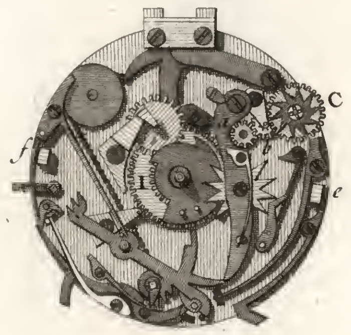


Fig. 3.

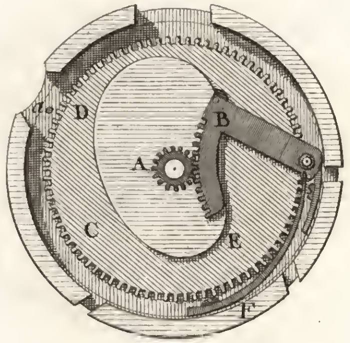


Fig. 5.

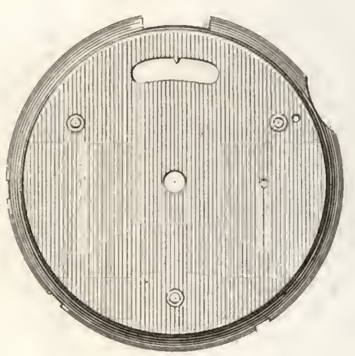


Fig. 7.

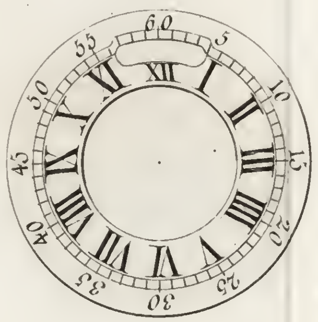
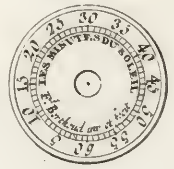

60
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
XII
I
II
III
IIII
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI

Fig. 10.


30
35
40
45
25
20
15

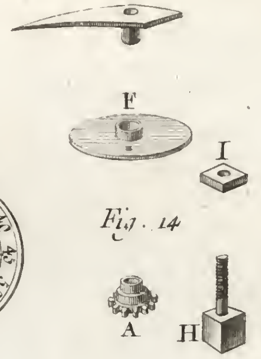


Fig. 14

Fig. 17.

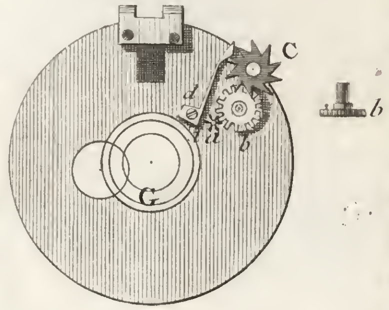


Fig. 2.

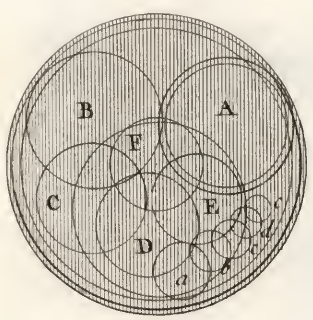

B
A
F
C
E
D
a
b
c
d

Fig. 4.

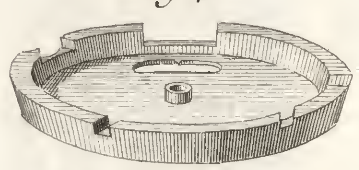


Fig. 6.

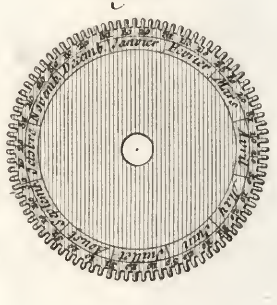


Fig. 8.

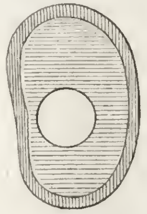


Fig. 9.

Fig. 11.

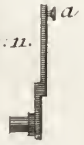


Fig. 12.

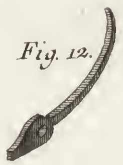
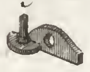


Fig. 13.



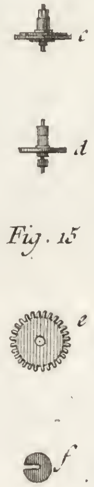


Fig. 15

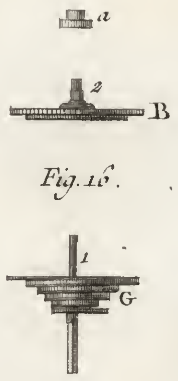


Fig. 16.

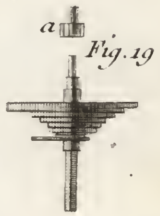
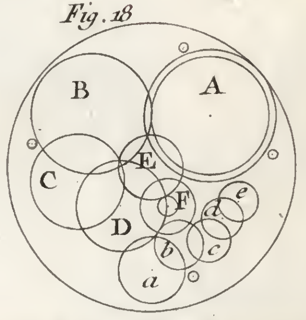


Fig. 19

Fig. 18


B
A
C
E
F
D
d
e
b
c
a

Goussier del.

P.P. Choffard Sculp.

Back of
Foldout
Not Imaged

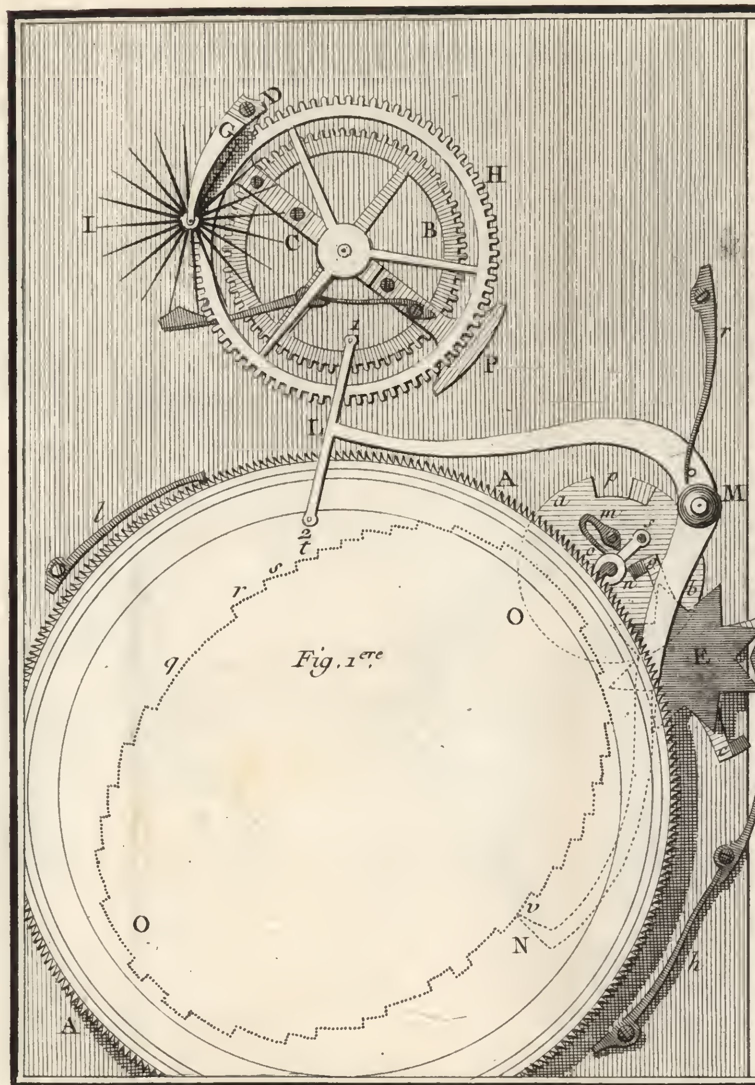


Fig. 1.ere
G
D
H
I
B
C
P
z
L
r
A
M
l
t
s
r
q
O
O
N
v
h
E
F
f
A

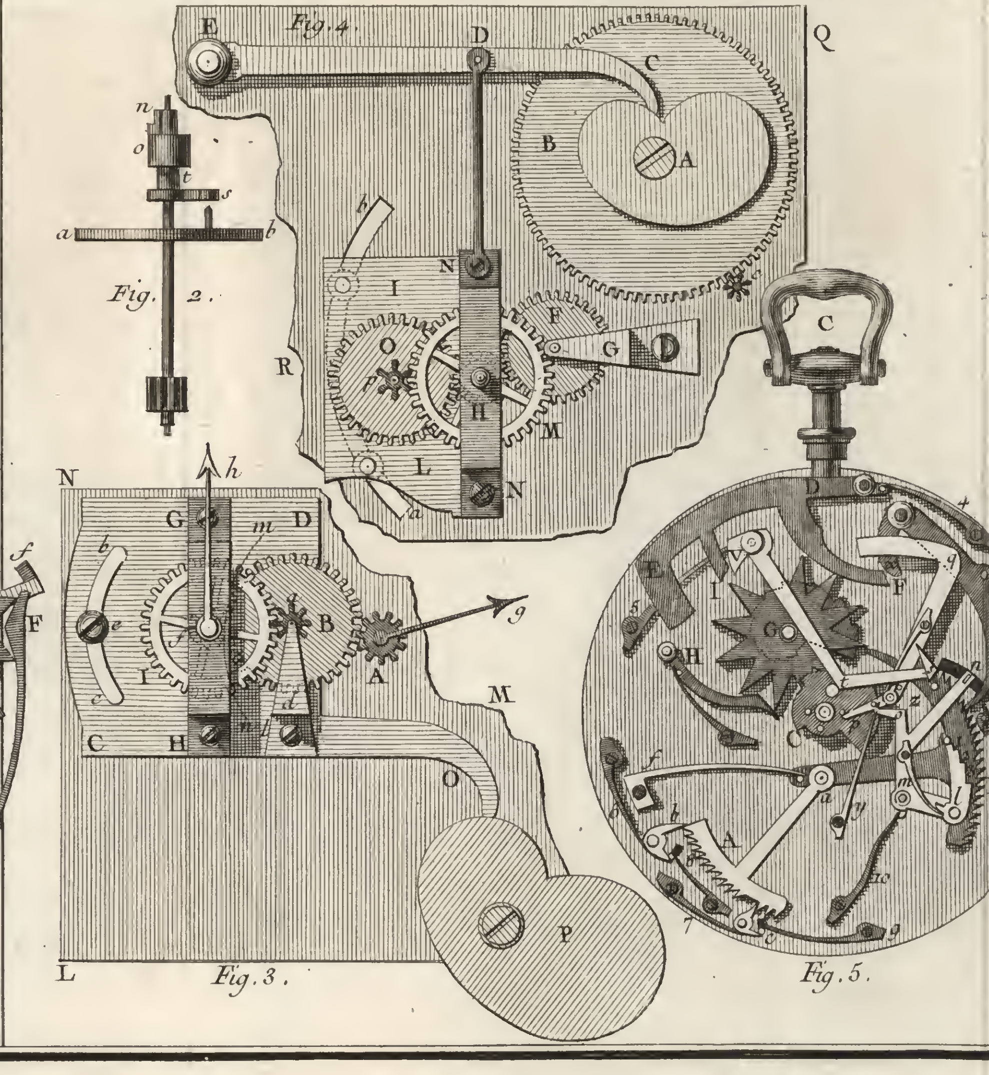


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.
E
D
Q
C
B
A
n
o
t
s
a
b
h
N
I
O
F
G
H
M
L
R
N
h
G
m
D
b
e
B
A
g
I
C
H
d
M
O
P
L
C
D
E
I
G
H
F
M
C
B
A
d
l

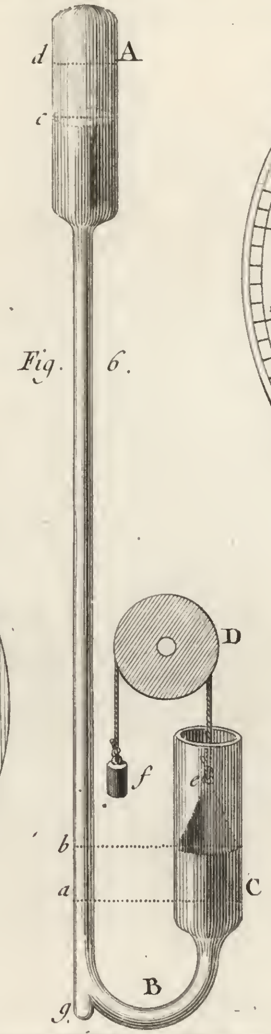


Fig. 6.
A
d
c
D
f
e
C
b
a
B
g

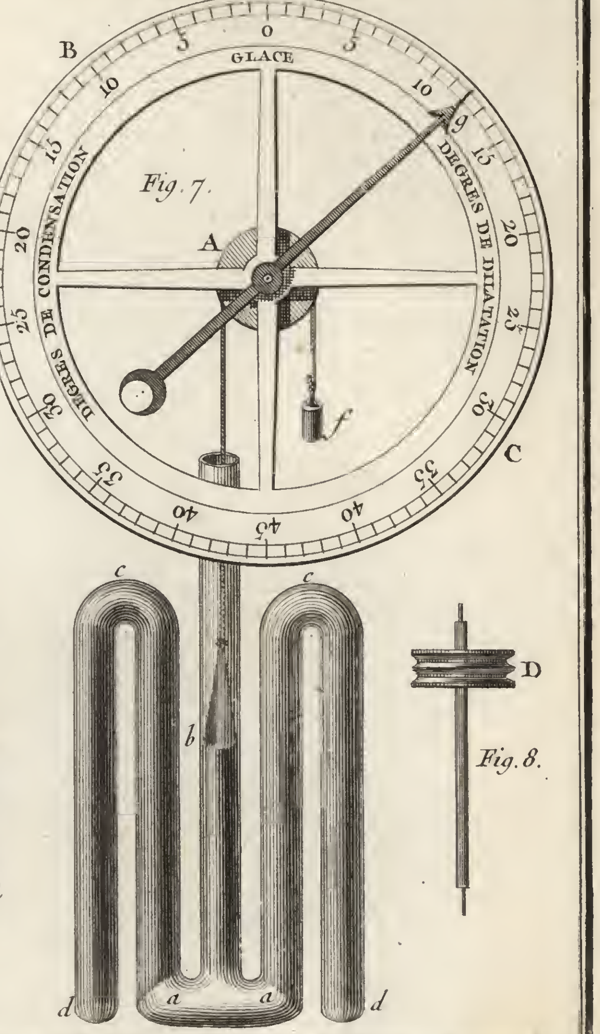


Fig. 7.

Fig. 8.
B
0
5
5
10
10
15
15
20
20
25
25
30
30
35
35
40
40
45
GLACE
DEGRES DE CONDENSATION
DEGRES DE DILATATION
A
f
C
c
c
b
a
a
d
d
D

Goussier del.

P.P. Choffard Sculp.

Back of
Foldout
Not Imaged

Fig. 4.

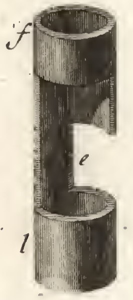


Fig. 1.

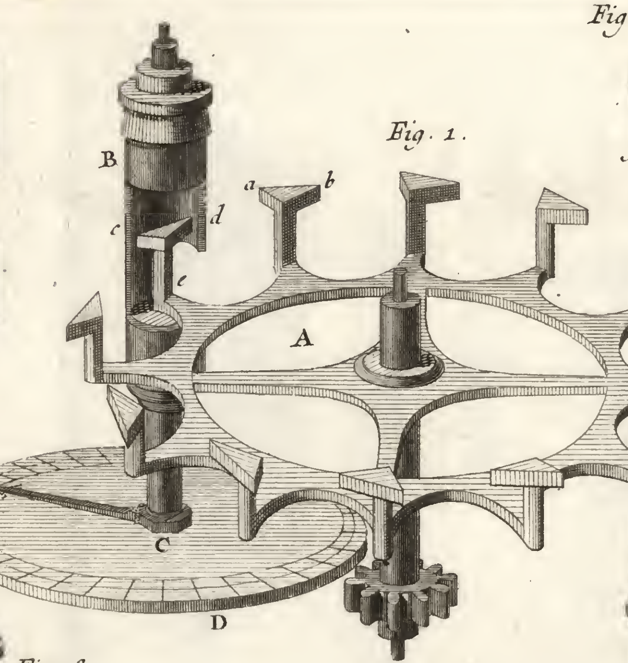


Fig. 5.

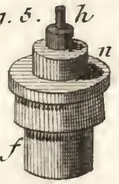


Fig. 6.

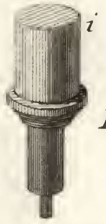


Fig. 3.

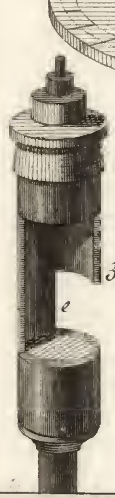


Fig. 2.

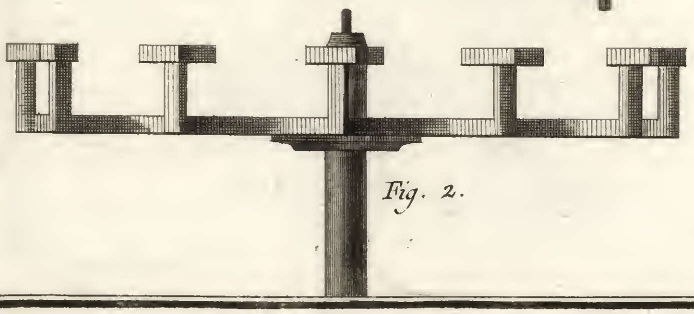


Fig. 7.

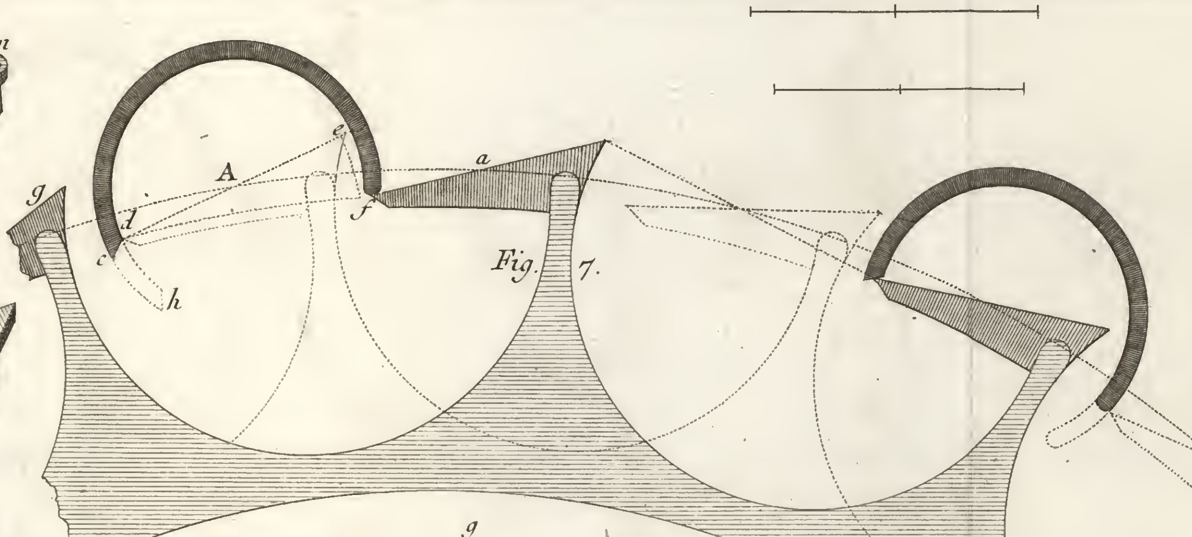


Fig. 8.

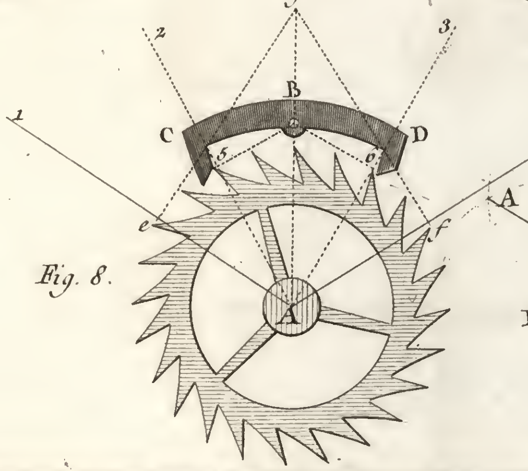

g
2
3
1
4
B
C
D
5
6
e
f
A

Fig. 9.

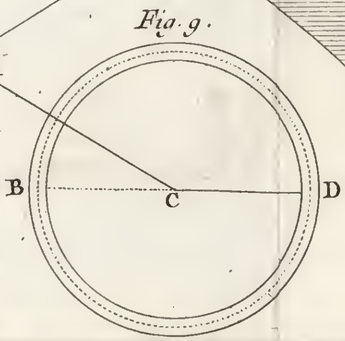
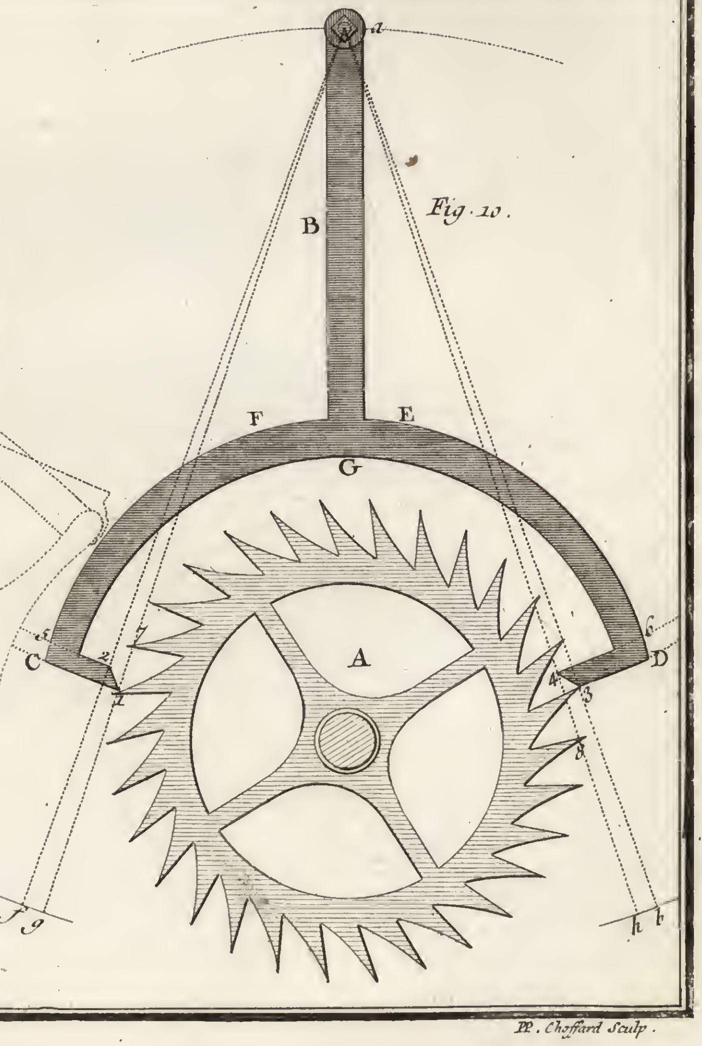


Fig. 10.


a
B
F
E
G
A
C
D
5
6
2
1
7
4
3
8
f
g
h
b

Goussier del.

P.P. Choffard Sculp.

Back of
Foldout
Not Imaged

Machine à Fendre les Roues.

Planche XVI.

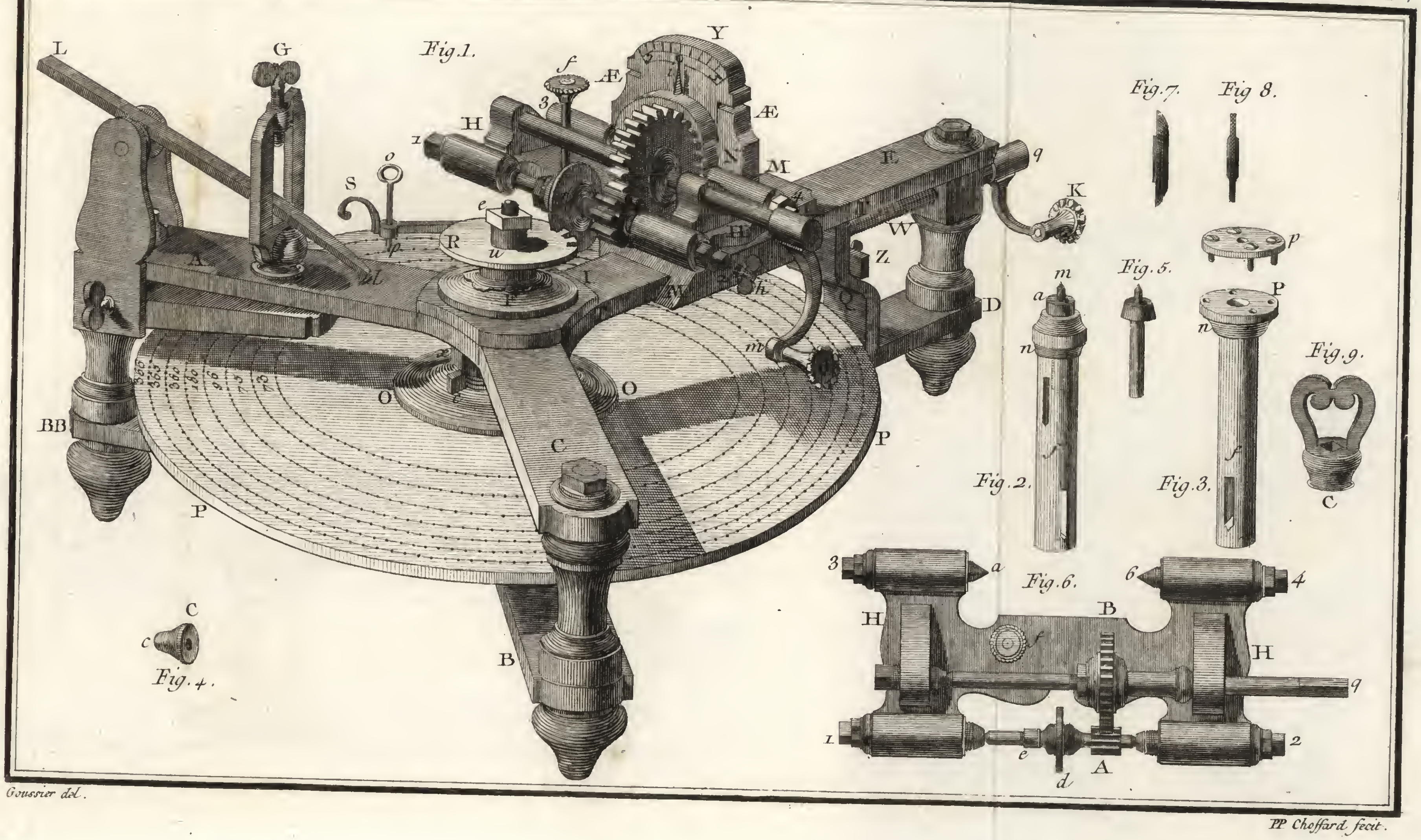
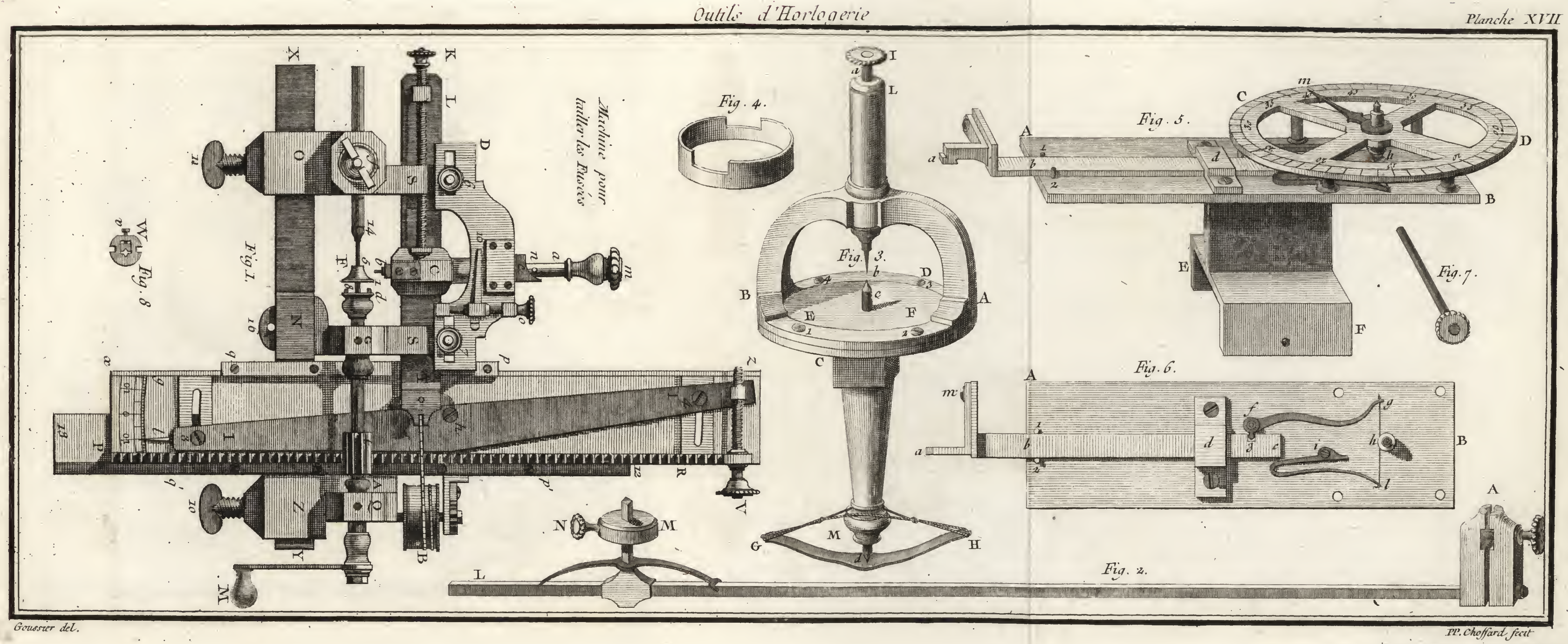


Fig.1.
L
G
Y
f
Æ
Æ
3
1
H
N
M
E
q
K
S
o
e
R
u
p
A
d
I
T
W
Z
D
H
h
F
M
m
BB
O
O
C
P
P
B
C
c
Fig.4.
Fig.7.
Fig 8.
p
m
a
n
f
Fig.2.
Fig.5.
P
n
f
Fig.3.
Fig.9.
C
3
a
Fig.6.
6
4
B
H
H
f
q
1
2
e
A
d

Goussier del.

P.P. Choffard fecit.

Back of
Foldout
Not Imaged


Machine pour tailler les Fusées
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8
X
K
L
D
O
S
C
N
G
P
I
R
V
Z
Y
B
M
Q
T
W
A
E
F
H
a
b
c
d
m
n
u
x
1
2
13
14

Goussier del.

P.P. Choffard fecit

Back of
Foldout
Not Imaged

Outils d'Horlogerie

Planche XVIII

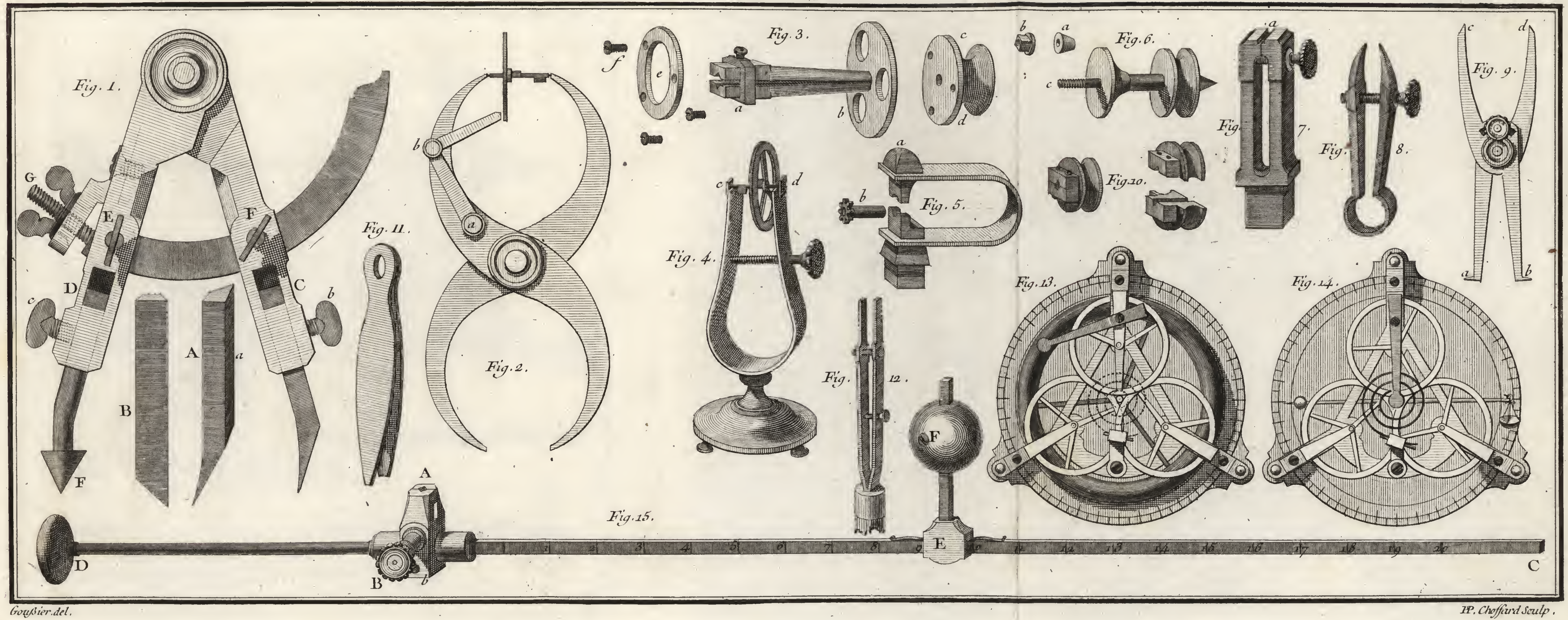


Fig. 1.
G
E
F
D
C
c
b
A
a
B
F
Fig. 2.
b
a
Fig. 11.
Fig. 3.
f
e
a
b
c
d
Fig. 4.
c
d
Fig. 5.
a
b
Fig. 6.
b
a
c
Fig. 7.
a
Fig. 8.
Fig. 9.
c
d
a
b
Fig. 10.
Fig. 12.
F
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
A
B
b
D
E
C
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Goußier del.

P.P. Choffard Sculp.

Back of
Foldout
Not Imaged

Outils d'Horlogerie *Planche XIX.*

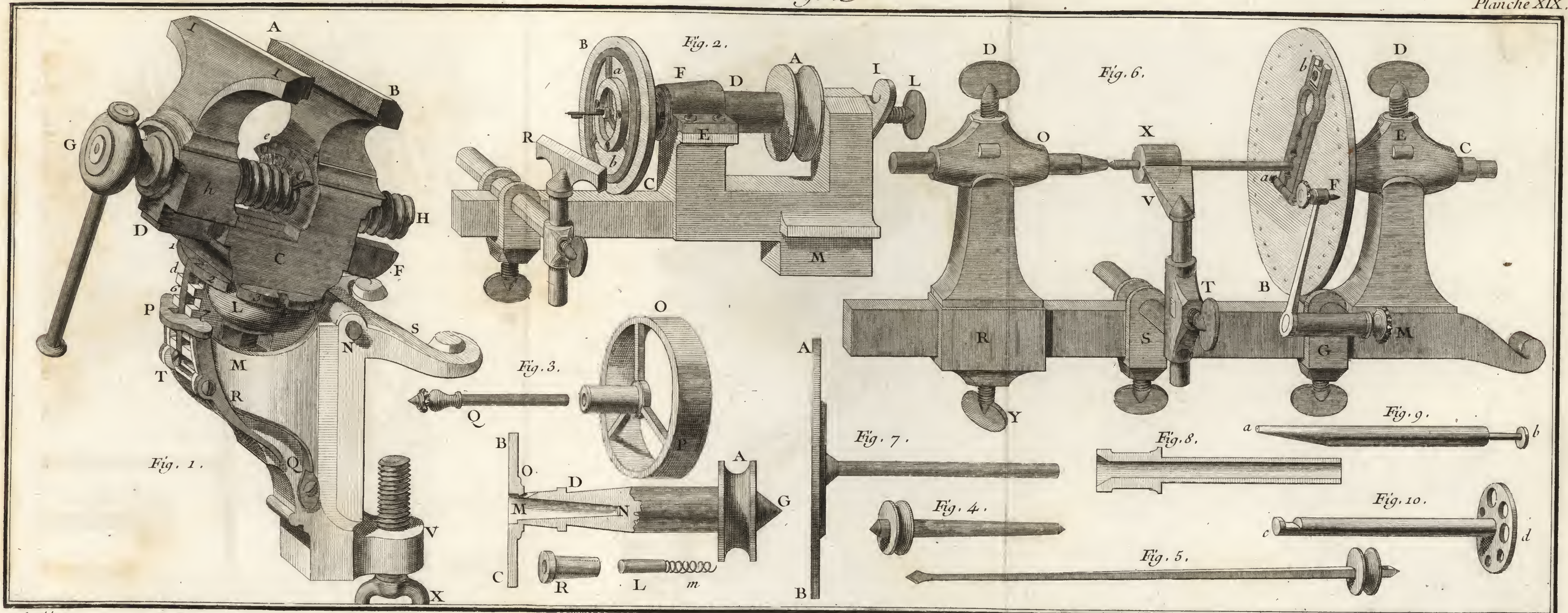


Fig. 1.
I
A
B
G
e
h
H
D
C
F
1
d
2
6
3
L
P
S
N
M
T
R
Q
V
X
Fig. 2.
B
a
F
D
A
I
L
R
b
E
C
M
Fig. 3.
O
Q
P
B
O
D
A
M
N
G
C
R
L
m
Fig. 6.
D
D
O
X
b
E
C
V
a
F
T
B
R
S
G
M
Y
A
Fig. 7.
B
Fig. 8.
Fig. 9.
a
b
Fig. 4.
Fig. 10.
c
d
Fig. 5.

Gouſsier del

P. Choffard Sculp.

Back of
Foldout
Not Imaged

os

2 vol 50

10025 II Lfm

2 vol

110

SPECIAL 83-B
2216
V.1

GETTY CENTER LIBRARY